



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE ECONOMIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS

Danilo da Silva e Silva

O SUICÍDIO E SUA RELAÇÃO COM AS VARIÁVEIS SOCIOECONÔMICAS:  
UM ESTUDO ECONOMÉTRICO DE 1980-2020.

Rio de Janeiro

2023

Danilo da Silva e Silva

**O SUICÍDIO E SUA RELAÇÃO COM AS VARIÁVEIS SOCIOECONÔMICAS:  
UM ESTUDO ECONOMÉTRICO DE 1980-2020.**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Instituto de Economia da  
Universidade Federal do Rio de Janeiro  
como exigência para obtenção do título  
de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientadora: Professora Dra. Susan  
Schommer

Rio de Janeiro

2023

### CIP - Catalogação na Publicação

S586s Silva, Danilo da Silva e  
O SUICÍDIO E SUA RELAÇÃO COM AS VARIÁVEIS  
SOCIOECONÔMICAS: UM ESTUDO ECONOMÉTRICO DE 1980  
2020. / Danilo da Silva e Silva. -- Rio de Janeiro,  
2023.

37 f.

Orientadora: Susan Schommer.  
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -  
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto  
de Economia, Bacharel em Ciências Econômicas, 2023.

1. Econometria. 2. Suicídio. 3. Desemprego. 4.  
Pib per capita. 5. Empírico. I. Schommer, Susan,  
orient. II. Título.

DANILO DA SILVA E SILVA

**O SUICÍDIO E A SUA RELAÇÃO COM AS VARIÁVEIS SOCIOECONÔMICAS, UM  
ESTUDO ECONOMÉTRICO DE 1980-2020**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Instituto de Economia da Universidade Federal do  
Rio de Janeiro, como requisito para a obtenção do  
título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Rio de Janeiro, 20/04/2023.

---

**SUSAN SCHOMMER - Presidente**  
Professora Dra. do Instituto de Economia da UFRJ

---

**ANA LUIZA MARIA GUIMARÃES COELHO**  
Mestre em Economia pela UFRJ

---

**LEDSON LUIZ GOMES DA ROSA**  
Mestre em Economia pela UFRJ

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer a Deus, a minha família, aos amigos e aos excelentes professores, que sempre me incentivaram e me deram forças para nunca deixar de buscar a melhor versão de mim mesmo.

## RESUMO

Este trabalho objetivou a análise, utilizando o modelo econométrico de correção e erro (VECM), da relação entre a taxa de suicídio por 100 mil habitantes com a taxa de desemprego, o PIB per capita e a proporção de idosos na população brasileira, no período de 1980 até 2020. Os resultados obtidos pela análise econômética indicaram relações positivas do vetor de cointegração entre todas as variáveis independentes analisadas com a taxa de suicídio, destacando-se a taxa de desemprego e a proporção de idosos que se mostraram significativos e apresentaram um comportamento esperado de acordo com Hamermesh e Soss (1974), tanto no curto quanto no longo prazo. Entretanto, em relação ao PIB per capita, o coeficiente mostrou-se contrário a teoria do suicídio de Hamermesh e Soss e, também, apresentou insignificância estatística, indicando uma possível limitação causada pela heterogeneidade da população brasileira. Portanto, apesar do suicídio ser um evento complexo com componentes explanatórios imensuráveis, como as variáveis psicológicas presentes na equação, no entanto, ainda assim, pode-se, como mostrado nos resultados dessa monografia, reduzir ou ao menos impedir um crescimento mais abrupto por meio de políticas que, por exemplo, provoquem a redução da taxa de desemprego.

**Palavras-chave:** Taxa de Suicídio, Desemprego, PIB per capita, Proporção de idosos, VECM

## ABSTRACT

This study aimed to analyze, using the error correction econometric model (VECM), the relationship between the suicide rate per 100,000 inhabitants and the unemployment rate, per capita GDP, and the proportion of elderly people in the Brazilian population, from 1980 to 2020. The results obtained by the econometric analysis indicated positive relationships of the cointegration vector between all independent variables analyzed with the suicide rate, with emphasis on the unemployment rate and the proportion of elderly people, which showed significance and presented an expected behavior according to Hamermesh and Soss (1974), both in the short and long term. However, in relation to per capita GDP, the coefficient showed a behavior contrary to Hamermesh and Soss' theory of suicide and was also statistically insignificant, indicating a possible limitation caused by the heterogeneity of the Brazilian population. Therefore, although suicide is a complex event with immeasurable explanatory components, such as psychological variables present in the equation, it is still possible, as shown in the results of this thesis, to reduce or at least prevent a more abrupt growth through policies that, for example, cause a reduction in the unemployment rate.

**Keyword:** Suicide Rate, Unemployment, GDP per capita, proportion of elderly, VECM

# SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>12</b>
1.1. MODELO TEÓRICO DO SUICÍDIO.....	12
1.2. VISÃO EMPÍRICA .....	13
1.2.1. Mundo .....	13
1.2.2. Brasil .....	15
<b>2. MÉTODOS ECONOMÉTRICOS.....</b>	<b>17</b>
2.1. RAIZ UNITÁRIA E TESTE DE DICKEY-FULLER AUMENTADO.....	17
2.2. COINTEGRAÇÃO .....	18
2.3. TESTE DE JOHANSEN .....	18
2.4. III.4 VECM .....	19
<b>3. MODELO .....</b>	<b>20</b>
3.1. DESCRIÇÃO DOS DADOS .....	20
3.2. TESTES DE RAIZ UNITÁRIA .....	23
3.3. DESENVOLVIMENTO DO MODELO .....	25
3.4. RESULTADO DE MODELO DE LONGO PRAZO .....	26
3.5. RESULTADO DO MODELO DE CURTO PRAZO .....	28
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>31</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>32</b>
<b>APÊNDICE A – MODELO VECM COM 1 LAG E 2 LAGS .....</b>	<b>34</b>

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 – Gráficos das séries em log .....	21
Gráfico 2 – Resíduos do Modelo .....	25
Gráfico 3 – Funções de Impulso Resposta.....	28

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Teste ADF sem intercepto e tendência.....	23
Tabela 2 – Teste ADF com intercepto, mas sem tendência .....	23
Tabela 3 – Teste ADF com intercepto e tendência .....	24
Tabela 4 – Teste ADF na Proporção de idosos em log na segunda diferença .....	24
Tabela 5 – Teste de Johansen.....	25
Tabela 6 – Coeficientes do Termo de correção de erro .....	26
Tabela 7 – Vetor de Cointegração.....	27

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 – Resultado do modelo VECM com 1 lag .....	34
Figura 2 – Resultado do modelo VECM com 2 lags .....	36

## INTRODUÇÃO

O suicídio durante os anos foi definido de diversas formas por uma pluralidade de pensadores, indo dos mais famosos até nomes que já foram esquecidos pela história, dentre essas definições, podemos destacar o compilado que sintetiza os principais pensamentos sobre esse ato:

Séneca o define como "um ato de heroísmo", Goethe como "um ato próprio da natureza humana e, [que] em cada época, precisa ser repensado.", Kent como "a destruição arbitrária e premeditada que o homem faz da sua natureza animal", Rousseau como "uma violação ao dever de ser útil ao próprio homem e aos outros.", Nietzsche como "admitir a morte no tempo certo e com liberdade.", Sartre como "uma fuga ou um fracasso.", Shopenhauer como "positivação máxima da vontade humana", e Durkheim como "todo o caso de morte que resulta direta ou indiretamente de um ato positivo ou negativo praticado pela própria vítima, ato que a vítima sabia dever produzir este resultado (SILVA, 1992 apud SHIKIDA, 2006).<sup>1</sup>

Dessa forma, o suicídio sempre foi considerado um problema relevante para a maior parte das sociedades que nos antecederam. Nesse contexto, com intuito de encontrar uma relação entre o suicídio e as variáveis socioeconômicas, usando técnicas econométricas relacionadas as séries temporais, essa monografia busca examinar as relações entre a taxa de suicídio com a taxa de desemprego, o PIB per capita e a proporção de idosos na população brasileira. A escolha dessas variáveis foi motivada pelo artigo "An Economic Theory of Suicide", de Daniel S. Hamermesh e Neal M. Soss, este artigo cria uma função de utilidade esperada em que relaciona a renda, a idade do agente e o desemprego em que, caso essa função de utilidade esperada atinja zero, nesse caso, o agente comete suicídio.

Nos últimos 45 anos houve um aumento de 60% da mortalidade por suicídio. (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2003; MOSCICKI; CAINE, 2004). Quando se restringe o olhar apenas para a região do continente americano, vemos uma tendência oposta daquela observada no mundo, enquanto que entre 2000 e 2019 a taxa de suicídio no mundo teve uma redução de mais de 35%, nas Américas tem-se um aumento de 15% nesse período (OMS). Dessa forma, o suicídio está cada vez mais presente nos problemas de saúde pública. Além disso, na maioria dos países, o suicídio situa-se entre as dez causas mais frequentes de morte e entre as duas ou três mais recorrentes

---

<sup>1</sup> SILVA, M. M. **Trama da comunicação.** [S.I.] 1992. Disponível em: <http://www.avesso.net/suicidio.htm>. Acesso em 18 set. 2005

em adolescentes e adultos jovens. Acrescenta-se a isso o fato de que a cada óbito por suicídio há diversas pessoas próximas à vítima que tem suas vidas profundamente afetadas.

Ademais, do ponto de vista econômico, o suicídio demanda recursos que poderiam ser empregados de uma melhor forma, além de uma perda significativa de capital humano. Em uma pesquisa realizada pelo Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada (IPEA), o valor médio das internações registradas entre 1998-2004 por danos autoprovocados foi de 507 reais, com um tempo médio de internação de quatro dias, e uma taxa de mortalidade de aproximadamente 4 %. (RODRIGUES et al, 2007).

Sendo assim, o suicídio é um tema muito relevante, principalmente em uma sociedade com números crescentes de doenças psicológicas, que acabam por colaborar na tomada de decisões extremas. Assim, esse trabalho busca identificar os impactos causados pelas variáveis supracitadas, com o fim de elucidar os momentos críticos em que o suicídio pode elevar-se e munido de dessa informação, possibilitando, dessa maneira, produzir intervenções públicas mais precisas que minimizem o aumento da taxa de suicídio. Pois, “O conhecimento dos determinantes sociais e econômicos do suicídio é importante na medida em que pode ser integrado na formulação de políticas públicas que visem contribuir para a melhoria da qualidade de vida da população” (FRAGA; MASSUQUETTI; GODOY, 2016, p. 15).

A pesquisa apresenta cinco capítulos. O primeiro capítulo tem como objetivo introduzir o leitor ao tema, expondo a definição do suicídio e mostrando a importância do tema no Brasil e no Mundo. O segundo capítulo retrata as principais teorias que relacionam a taxa de suicídio com as variáveis socioeconômicas, além disso, é exposto estudos empíricos tanto do Brasil quanto internacionais. No terceiro capítulo são apresentados os métodos econométricos que foram aplicados no trabalho, dentre eles podemos destacar o modelo VECM e o teste de Johansen. No quarto capítulo será apresentado o modelo e seus respectivos resultados, como também, os dados que serviram como insumo. O último capítulo objetiva concluir o trabalho, apresentando de forma resumida os resultados da pesquisa, além de algumas restrições enfrentadas.

## 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo será apresentado as principais bibliografias que relacionam o suicídio à diferentes variáveis socioeconômicas, estudos diversos que refletem tanto a realidade brasileira quanto a realidade internacional. Além disso, o principal modelo teórico, desenvolvido por Daniel S. Hamermesh e Neal M. Soss, também se fará presente nessa seção.

### 1.1. MODELO TEÓRICO DO SUICÍDIO

Foi com Durkheim (1897) que o suicídio passou a ser tratado como uma ação motivada por razões tanto econômicas quanto não econômicas. Durkheim conseguiu resumir o conhecimento de sua época sobre o suicídio em padrões que englobavam idade, alfabetismo, e outras variáveis demográficas e sociológicas. Além disso, um modelo empírico para sociólogos também foi desenvolvido, possibilitando uma teoria passível de ser testada. “Just as economics has served to improve our understanding of fertility (cf. Becker 1960; Schultz 1969) and marriage (Silver 1965), so it may provide a testable theory of suicide” (HAMERMESH; SOSS, 1974, p. 84).

O trabalho de Hamermesh e Soss (1974) foi pioneiro na criação de uma teoria econômica que relacionasse o suicídio, uma prática que tinha suas pesquisas dominadas por sociólogos, às variáveis e técnicas econômicas. Dessa forma, essa teoria foi fundamental e serviu como base para diversos estudos empíricos subsequentes. Os autores, acreditando no impacto das variáveis econômicas na decisão do suicídio, introduziram um modelo teórico que se tornou base para uma grande quantidade de artigos que o sucederia. O modelo tinha como componente principal uma função de utilidade que representava um indivíduo médio em um grupo com uma renda permanente  $YP$ .

$$U_m = U[C(m, YP) - K(m)] > 0$$

Na equação supracitada,  $m$  representa a idade do agente e  $K$  a relação tecnológica que descreve o custo de cada período para manter o agente vivo com o mínimo necessário para a sobrevivência. Além disso, presuma-se que  $K$  tem uma primeira derivada positiva. Deriva-se dessa equação o valor presente da expectativa da utilidade ganha no seu tempo de vida,

$$Z(a, YP) = \int_a^\omega e^{-r(m-a)} U_m P(m) dm$$

Desprende-se dessa equação,  $r$  representando os juros,  $\omega$  como a maior idade alcançável, e  $p(m)$  a probabilidade de sobreviver a idade  $m$  dado que o agente sobreviveu até a idade  $a$ , o  $Z$  é uma função que decresce com  $a$  e cresce com  $YP$ . Sendo assim, nesse contexto, o agente cometerá suicídio quando a utilidade trazida a valor presente alcançar o ponto zero.

$$Z_i(a, \gamma_p) + B_i = 0$$

sendo que  $B_i$  é a vontade de viver do  $i$ -ézimo indivíduo, retratada estatisticamente como uma distribuição normal de média 0 .

Hamermesh e Soss ao colocarem sua teoria em teste, descobriram por meio de uma análise empírica que nos Estados Unidos, graças a uma diminuição da atividade econômica desde 1945, as taxas de suicídio aumentaram nesse período. Além disso, foi observado um maior impacto da variação do desemprego nas taxas de suicídio da população de idade mais avançada em comparação com a população mais nova. Soma-se a isso, a correlação negativa entre a renda e o suicídio, que foi observado para todos os grupos, menos para os mais jovens, grupo este que contrariou o senso comum de que maior a renda menor seria a taxa de suicídio.

Isto posto, os autores conseguem mostrar a importância da teoria econômica na análise de um problema como esse e da necessidade da pesquisa por meio de dados para colocar em teste os modelos econométricos e algumas das variáveis que podem afetar esse fenômeno social tão complexo e cheio de razões imensuráveis, apesar dos problemas envolvendo o reporte desse evento.

## 1.2. VISÃO EMPÍRICA

### 1.2.1. Mundo

Koo e Cox (2007) utilizaram um novo modelo econômico para o suicídio como base para analisar o Japão, um dos países com as maiores taxas de suicídio entre os países desenvolvidos. Além disso, os autores Koo e Cox usaram dados sem tendência para investigar a possível relação existente entre o ciclo do suicídio e o ciclo do desemprego. Seu artigo teve como conclusão que o aumento de

um ponto percentual na série de desemprego geraria 4.774 suicídios de japoneses. Dessa maneira, demonstrando um dos motivos do governo japonês ser relutante na adoção de políticas e reformas que acabem provocando um aumento da taxa de desemprego, mesmo que temporariamente.

Ademais, é destacado em seu trabalho o papel em que uma política governamental tem na prevenção do suicídio, que ao ajudar os japoneses desempregados a se realocaram no mercado de trabalho, evitando a depreciação do capital humano dessas pessoas nessa situação, a taxa de suicídio pode sofrer redução. Sendo assim, os autores concluem o artigo recomendando que algumas ações para a diminuição desse ato, são: programas de treinamento para desempregados e diminuição de taxas tanto para encorajar o aumento de agências temporárias de emprego quanto para o aumento da contratação de trabalhadores temporários por parte das empresas.

Chen et al. (2010) trazem nesse artigo uma análise de diversos estudos empíricos e teorias econômicos sobre o aspecto socioeconômico do suicídio. Nesse contexto, como ferramenta para essa análise, foi utilizado uma meta regressão para investigar como os resultados empíricos dos estudos considerados variam. Esse método encontrou uma parcialidade na literatura com relação ao emprego de certos fatores socioeconômicos.

Os principais fatores econômicos encontrados nos artigos analisados foram a renda, a educação, a desigualdade de renda, o crescimento econômico e o desemprego. A renda, uma das principais variáveis do modelo proposto pelo Hamermesh e Soss (1974), tem efeito ambíguo na relação com o suicídio. Assim, apesar da alta renda ser relacionada com uma qualidade de vida maior, graças ao acesso à mais recursos e menos situações que levem a um estresse maior, contudo, alguns estudos apontaram uma relação positiva entre renda e taxa de suicídio, contrariando a teoria econômica do suicídio e indo ao encontro a teoria de Durkheim (1897). Além disso, o artigo aponta para um impacto da variação da renda diferente para cada grupo etário e para o grau de urbanização presente na sociedade.

O desemprego é outra variável que sofreu destaque em seu artigo. Pois, o desemprego, considerado como “predictor of future income” (CHEN et al, 2010, p. 286), aparece em diversos modelos e estudos empíricos sobre o tema. Assim, em sua análise, descobriu-se que uma considerável quantidade de estudos econômicos relataram que um grande aumento na taxa de desemprego pode indicar uma taxa de suicídio alta. Além disso, um aumento da taxa de desemprego pode afetar positivamente o número de doenças mentais, em alguns casos até mesmo física, doenças essas que colaboram para o aumento do suicídio.

Solano et al (2017) demonstra as principais visões referentes as conceitualizações do suicídio focadas no valor social e na relação com fatores econômicos e como esse percepção mudou ao decorrer dos anos. Em seu trabalho, o autor identificou a mesma divergência de opiniões encontradas no artigo de Chen et al. (2010) quando tratamos do impacto que o desemprego pode causar na taxa de suicídio. Dessa maneira, enquanto que em Breuer (2015) o aumento de 1% no desemprego pode gerar um aumento de 0.09% pontos na taxa de suicídio por 100.000 habitantes, em outros estudos, Andres (2005), essa correlação não é confirmada.

### **1.2.2. Brasil**

Shikida et al. (2007) utilizam-se do modelo teórico concebido pela dupla Hamermesh e Soss para analisar como se desenvolve a crítica decisão do cometimento do ato suicida, aplicando, para isso, ferramentas econômétricas. O resultado de sua análise mostra uma relação cúbica entre idade e as taxas de suicídio no Brasil. Além disso, destaca-se as relações descobertas por seu estudo, que indica que o aumento dos gastos públicos em saúde podem provocar uma redução nas taxas de suicídio, como também a diferença regional tem papel importante na definição da taxa de suicídio do país, tendo a região Sul e Centro-Oeste taxas mais elevadas do que o Sudeste. Porém, o autor enfatiza a fragilidade em que sua análise econômica se sustenta, que, graças ao número reduzido de dados, não podemos tomar grandes conclusões.

Loureiro et al. (2010) encontraram, por meio da metodologia de dados em painel, buscando combinar as informações relativas à variação referentes as unidades federativas com as informações das séries temporais, que as variáveis econômicas são fundamentais na compreensão da taxa de suicídio brasileira. Dentre as variáveis analisadas, destaca-se a idade que não foi encontrado uma relação positiva com o suicídio, relação essa que foi defendida pelos autores Hamermesh e Soss. Muito pelo contrário, nesse estudo foi identificado uma relação negativa, ou seja, os idosos possuíam menor propensão para o suicídio do que os jovens. Além disso, também se verificou o efeito negativo da renda sobre a taxa de suicídio, a relação positiva entre a desigualdade e o suicídio e, o desemprego que também afeta positivamente o suicídio.

Fraga et al. (2016) buscaram investigar os fatores socioeconômicos que mais se associava as grandes taxas de suicídio nos municípios brasileiros e no estado do Rio Grande do Sul. A escolha do RS como destaque vem do fato desse apresentar os municípios com as maiores taxas de suicídio. Os métodos estatísticos utilizados no estudo foram a Regressão Binomial Negativa, a Regressão de

Poisson e, especialmente, a Regressão Quantílica para Dados de contagem.

As principais conclusões do artigo são: O Índice FIRJAN de Desenvolvimento Humano (IFDH) Saúde demonstrou ser uma variável significativa nos municípios brasileiros, no contexto da explicação das mortes por suicídio. A pobreza também foi outro fator que se destaca como uma condição que se relaciona positivamente com as mortes por violência autoinfligida, principalmente, no contexto de municípios com elevado número de óbitos. Além disso, verificou-se um efeito inverso entre a taxa de desemprego e o número de suicídios.

Machado et al. (2015) buscaram analisar o impacto da desigualdade de renda e outras variáveis que poderiam afetar a taxa de suicídio. Dessa forma, foi utilizado como base dados em painel de mais de 5,500 municípios brasileiros de 2000 até 2011. Além disso, a taxa de suicídio foi subdividida por sexo e foi padronizada por idade para cada ano e município. As variáveis independentes escolhidas foram o índice de Gini, a renda per capita, a percentagem de indivíduos com até oito anos de educação, urbanização, número médio de residentes por família, percentagem de pessoas divorciadas, percentagem de católicos e percentagem de pentecostais e evangélicos.

Como resultado, foi identificado um índice de Gini positivamente relacionado com a taxa de Suicídio. Além disso, a renda também teve um efeito relevante na variável dependente com um impacto negativo, e a educação também se mostrou relevante no estudo, tendo um impacto negativo, evidenciado em lugares com menores níveis de educação que tendiam a ter uma taxa maior de suicídio do que lugares com um nível de educação mais alto.

Dantas (2018) utiliza uma análise espacial da taxa de suicídio com intuito de determinar a correlação entre esse com as principais variáveis socioeconômicas nos municípios brasileiros. Em seu estudo, Dantas identificou que apesar de um total de mais de 50 mil suicídios registrados no Brasil entre os anos de 2010 e 2014, esse suicídio muito pouco tivera relação com os fatores socioeconômicos, apresentando uma fraca relação ou em alguns casos nenhuma relação com as mesmas variáveis socioeconômicas. Entretanto, identificou-se um agrupamento na região Sul do país, agrupamento esse que se destacou por possuir um alto nível de mortalidade junto as variáveis como a idade, o HDI-M e a taxa de dependência.

## 2. MÉTODOS ECONOMÉTRICOS

O modelo utilizado nessa monografia foi o Vector Error Correction Model (VECM), a escolha foi motivada pela cointegração entre as variáveis e, também, a não estacionariedade das mesmas. Assim, por meio desse modelo, viabiliza-se a interpretação de longo e curto prazo.

### 2.1. RAIZ UNITÁRIA E TESTE DE DICKEY-FULLER AUMENTADO

O teste do ADF (Dickey-Fuller Aumentado) busca verificar se uma raiz unitária se faz presente em uma série temporal. Dessa maneira, é aplicado no seguinte modelo:

$$\Delta y_t = \alpha + \beta t + \gamma y_{t-1} + \delta_1 \Delta y_{t-1} + \cdots + \delta_{p-1} \Delta y_{t-p+1} + \epsilon_t$$

os mesmos procedimentos que são utilizados no teste habitual do Dickey-Fuller. A hipótese nula do teste estatístico é de que a existe raiz unitária, enquanto que a hipótese alternativa vai depender da versão do teste utilizada, porém, é mais comum encontrar essa hipótese como sendo com tendência estacionária ou apenas estacionária.

O  $\alpha$  no modelo é uma constante, o  $p$  representa a ordem dos lags do processo autorregressivo e o  $\beta$  é um coeficiente ligado ao tempo  $t$ . Estabelecendo  $\alpha$  e  $\beta$  iguais a zero, obtém-se um modelo de passeio aleatório e, quando apenas beta é igual a zero, temos um modelo equivalente a um passeio aleatório com um desvio. Dessa forma, três versões do teste podem ser aplicadas, analogamente ao teste Dickey-Fuller padrão.

Quando é incluído lags de ordem  $n$  o teste ADF viabiliza a aplicação em processos autorregressivos de alta ordem. Isso significa que o tamanho do lag  $p$  é necessário ser determinado quando for utilizado o teste. Também, temos como uma possível alternativa testar com altas ordens e examinar os t-valores dos coeficientes. Ou, como outra opção, existe a possibilidade de examinar utilizando o critério de informação do Akaike, do Hannan-Quinn ou Bayesiano.

O teste unitário é realizado sob a hipótese nula  $\gamma = 0$  contra a hipótese alternativa de que  $\gamma$  é menor que 0. Assim, após o cálculo do valor da estatística do teste:

$$DF_\tau = \frac{\gamma}{SE(\gamma)}$$

Pode-se utilizar essa estimativa para a comparação com o valor crítico do Dickey-Fuller. Como o teste de Dickey-Fuller apresenta assimetria, os valores negativos acabam por se tornar os protagonistas do teste estatístico DF, nesse contexto, se a estatística calculada tiver um valor menor que o valor crítico, dessa forma, tem-se a hipótese nula de gama igual a zero rejeitada e, estatisticamente, pode-se afirmar que nenhuma raiz unitária está presente na série.

## 2.2. COINTEGRAÇÃO

A cointegração é uma estatística produzida própria de uma coleção de variáveis de séries temporais. Segundo Enders (2014), A cointegração geralmente se refere a uma combinação linear de variáveis não estacionárias. Assim, para que seja possível haver cointegração, se faz necessário que todas as séries possuam ordem de integração iguais. Dessa maneira, caso duas variáveis forem de ordens de integração diferentes, nesse caso, não existiria cointegração. Por outro lado, se a combinação linear da união de determinadas séries de variáveis possuir uma ordem de integração menor que d, então, podemos afirmar que a união dessas são cointegradas. De maneira formal, se  $(X, Y, Z)$  são séries de ordem g, e existe coeficientes a, b, c em que  $aX + bY + cZ$  é integrado de ordem menor que g, então, conclui-se que X, Y, e Z são cointegradas. A cointegração tem tido destaque nas análises estatísticas por permitir a estimativa de parâmetros de longo prazo ou o equilíbrio em sistemas com variáveis que possuam raiz unitária (RAO, 2007).

## 2.3. TESTE DE JOHANSEN

Enquanto o teste de Engle e Granger (1987) permite a análise da existência de cointegração apenas para duas variáveis, o teste de Johansen vem com o objetivo de suprir essa desvantagem, permitindo determinar cointegração entre diversas variáveis. Além disso, o teste de Johansen providencia informações relacionadas a direção e a quantidade de vetores de cointegração, algo não disponibilizado pelo teste de Engle e Granger.

O teste de Johansen pode ser dividido em dois tipos, um com o uso de autovalor e outro com o uso do traço de uma matriz. Ambos tem como objetivo determinar a presença de cointegração. A

única diferença dos dois tipos do teste é que a hipótese alternativa quando o teste utiliza o traço é simplesmente o número de relações cointegradas menos um, enquanto que o teste que utiliza o autovalor possui com hipótese alternativa  $k + 1$ . Assim, quando a hipótese nula é rejeitada, indica-se que existe uma combinação de variáveis não estacionárias que dão um processo estacionário.

#### 2.4. VECM

O modelo VECM foi desenvolvido com o objetivo de superar as diversas limitações que o modelo Error Correction Model (ECM) sofre, como a restrição de apenas uma equação com apenas uma variável dependente, que é explicado por uma variável que é tida como fracamente exógena em relação aos parâmetros de interesse, além disso, esse modelo depende da pré-análise para verificar se as variáveis eram  $I(0)$  ou  $I(1)$ . Dessa forma, para contornar os problemas supracitados, o modelo VECM dispensa a necessidade do pré-teste, permite a existência de mais de uma relação de cointegração, além disso, todas as variáveis são tratadas como endógenas e, testes relacionados aos parâmetros de longo prazo, também, se fazem possíveis.

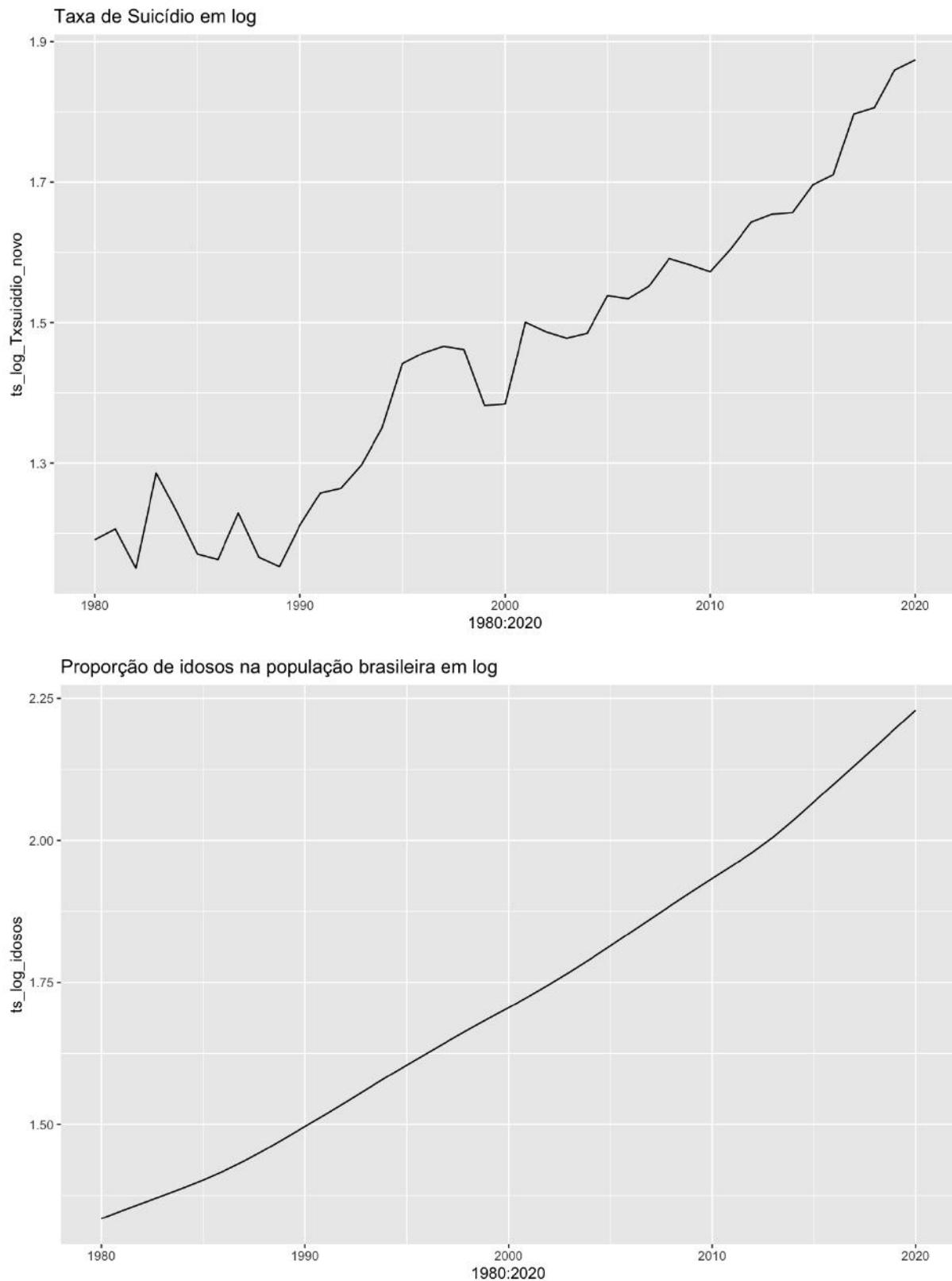
### 3. MODELO

#### 3.1. DESCRIÇÃO DOS DADOS

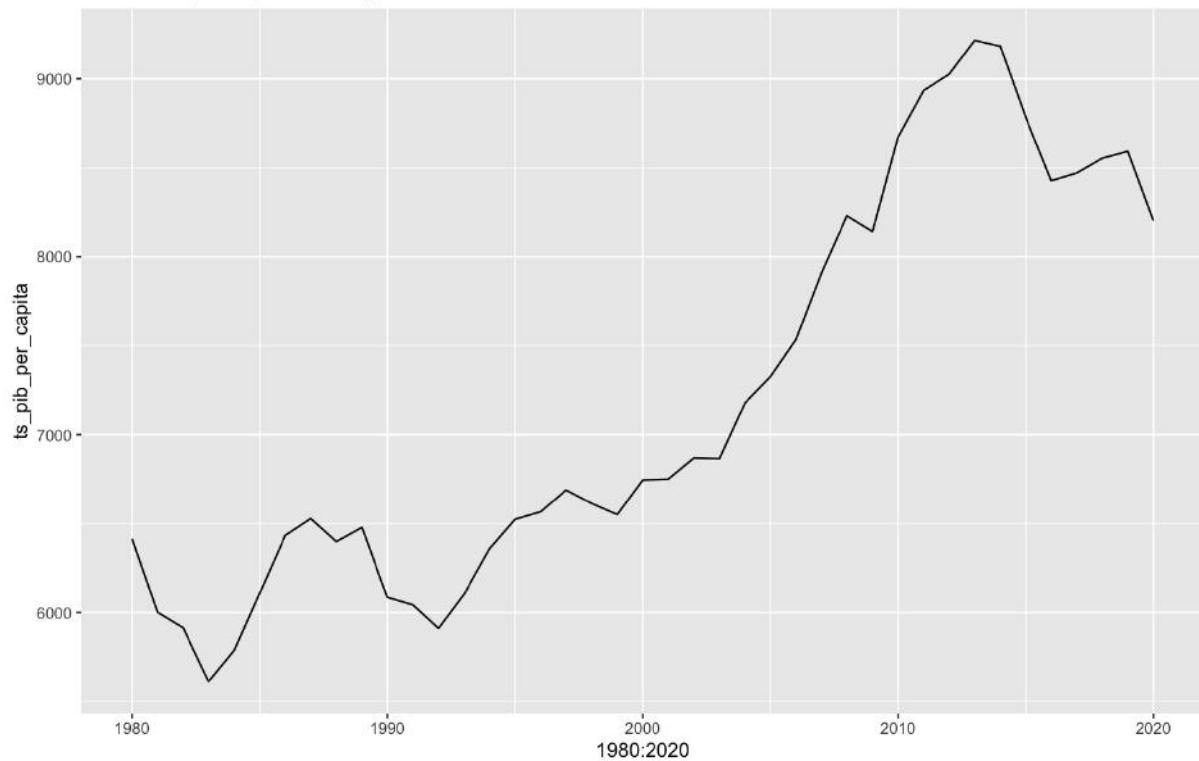
Os dados utilizados para essa monografia foram: a taxa de suicídio brasileira por 100 mil habitantes, a taxa de desemprego, que consiste na união da retropulação da PNAD contínua para o período de 1980 a 2016 e a PNAD contínua divulgada pelo IBGE para os períodos restantes, a proporção de idosos na população brasileira, que busca refletir o impacto do aumento da média da idade da população na variável dependente. Por fim, tem-se o PIB per capita, que objetiva ser uma proxy para a renda dos nacionais. Os dados foram analisados dentro do período de 1980 até 2020.

- Taxa de desemprego 1980-2020 – Fonte: de 1980 a 2016 a série utilizada foi a Taxa de desemprego do artigo “Taxa de desemprego no Brasil em quatro décadas: retropulação da PNAD contínua de 1976 a 2016” por Rafael Bacciotti e Emerson Fernandes Marçal e de 2017 a 2020 a série de desemprego utilizada foi a PNAD contínua do IBGE;
- PIB per capita – Fonte: The World Bank;
- Porcentagem de Idosos na população brasileira – Fonte: The World Bank;
- Taxa de Suicídio por 100 mil habitantes – Fonte: IPEA Data.

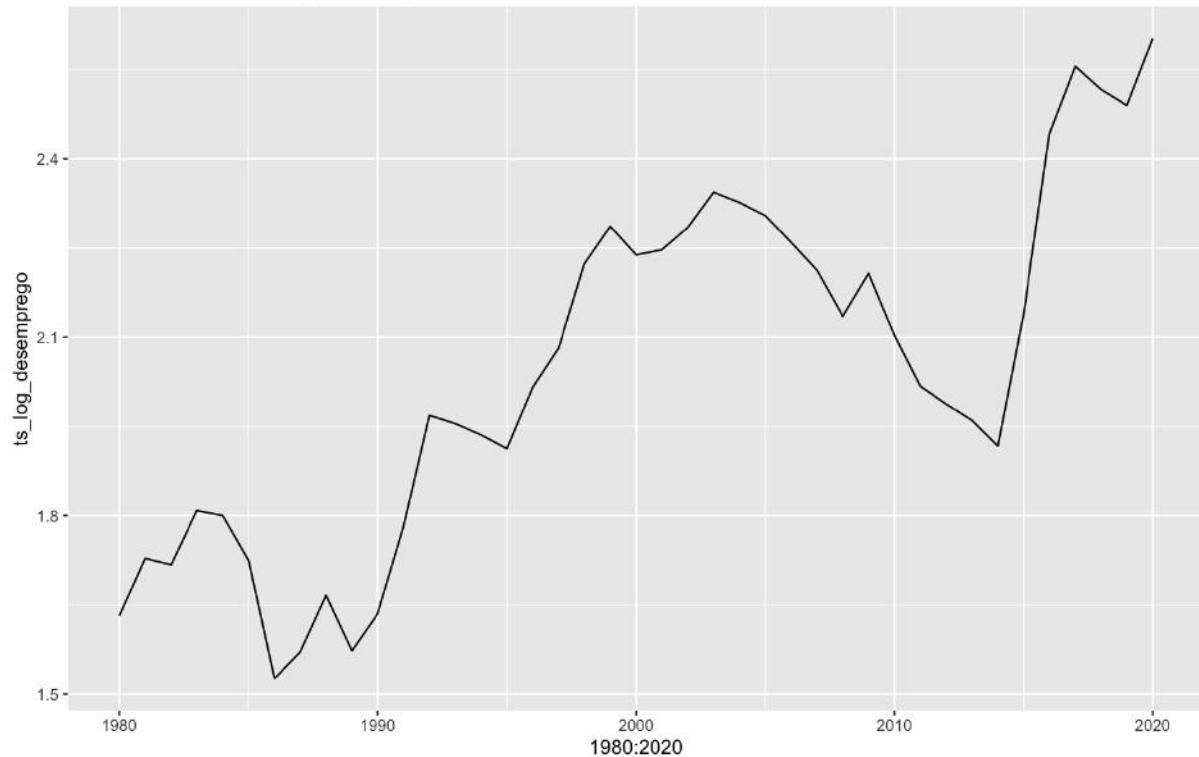
Essas variáveis foram escolhidas com intuito de se aproximar do modelo teórico desenvolvido por Hamermesh e Soss. Esses autores, como já citados na parte teórica desse trabalho, utilizaram em seu modelo a idade, que possui impacto positivo na taxa de suicídio, ou seja, quanto mais velho o indivíduo for, mais a utilidade ligada a vida decresce, essa variável será representada pela proxy da porcentagem de idosos na população brasileira. Além disso, os autores utilizaram no modelo a renda, que tem impacto negativo na taxa de suicídio, e será representada nessa monografia pelo PIB per capita. Seus impactos negativos são justificados pela ligação positiva com o consumo, em que este é tido como provedor de utilidade, dessa forma, quanto maior a renda do agente, menor deveria ser a probabilidade de cometimento de suicídio graças o maior número de bens passíveis de serem adquiridos. Por último, temos o desemprego, que é representado nesse trabalho pela taxa de desemprego. Esse indicador, além de desempenhar um papel chave no modelo de Hamermesh e Soss, também, aparece como variável explicativa chave nas bibliografias empíricas do tema.

**Gráfico 1 – Gráficos das séries em log**

Série PIB per capita em log



Série Taxa Desemprego em log



Fonte: Elaboração Própria.

Analizando as imagens acima, observa-se que todas as séries tiveram aumento quando comparamos o período inicial com o final do período analisado. Porém, a série da taxa de desemprego, junto com a série do PIB per capita tiveram períodos de instabilidades, como o período que envolveu a crise de 2015, que afetou positivamente o número de desempregados e reduziu a renda nacional. Em relação a proporção de idosos na população brasileira e a taxa de suicídio, pode-se observar uma maior tendência de linearidade positiva, com poucas ou nenhuma variação negativa no período.

### 3.2. TESTES DE RAIZ UNITÁRIA

Para a utilização de um modelo VECM, se faz necessário passar as variáveis pelo crivo dos testes de raiz unitária com intuito de avaliar a existência (ou não) de estacionariedade nas séries escolhidas. Dessa forma, foi escolhido o teste de Dickey Fuller Aumentado (ADF) e o teste de Zivot Andrews, que possuem como hipótese nula a existência de raiz unitária e como hipótese contrária a estacionariedade. Para esse teste, utilizamos como base para o cálculo dos lags o critério de informação de Akaike.

**Tabela 1** – Teste ADF sem intercepto e tendência

Nível				Primeira Diferença			
Variável em log	Estatística	Valor crítico 5%	Ordem de integração	Variável em log	Estatística	Valor crítico 5%	Ordem de integração
Suicídio	2,49	-1,95	I(1)	D1_Suicídio	-4,58	-1,95	I(0)
Idosos	1,30	-1,95	I(1)	D1_Idosos	0,69	-1,95	I(1)
PPC	1,16	-1,95	I(1)	D1_PPC	-3,00	-1,95	I(0)
Desemprego	0,82	-1,95	I(1)	D1_Desemprego	-4,16	-1,95	I(0)

Fonte: Elaboração Própria.

**Tabela 2** – Teste ADF com intercepto, mas sem tendência

Nível				Primeira Diferença			
Variável em log	Estatística	Valor crítico 5%	Ordem de integração	Variável em log	Estatística	Valor crítico 5%	Ordem de integração
Suicídio	0,50	-2,93	I(1)	D1_Suicídio	-6,16	-2,93	I(0)
Idosos	1,18	-2,93	I(1)	D1_Idoso	-2,02	-2,93	I(1)
PPC	-0,96	-2,93	I(1)	D1_PPC	-3,17	-2,93	I(0)
Desemprego	-1,04	-2,93	I(1)	D1_Desemprego	-4,40	-2,93	I(0)

Fonte: Elaboração Própria.

**Tabela 3** – Teste ADF com intercepto e tendência

Level				Primeira Diferença			
Variável em log	Estatística	Valor crítico 5%	Ordem de integração	Variável em log	Estatística	Valor crítico 5%	Ordem de integração
Suicídio	-2,79	-3,50	I(1)	D1_Suicídio	-6,07	-3,50	I(0)
Idosos	-0,32	-3,50	I(1)	D1_Idoso	-3,91	-3,50	I(0)
PPC	-1,88	-3,50	I(1)	D1_PPC	-3,05	-3,50	I(1)
Desemprego	-2,50	-3,50	I(1)	D1_Desemprego	-4,38	-3,50	I(0)

Fonte: Elaboração Própria.

Como pode-se observar, todas as variáveis em nível, sem nenhuma transformação, não rejeitaram a hipótese de estacionariedade para nenhum dos principais níveis de significância. Dessa forma, faz-se necessário a aplicação do teste para essas variáveis após diferencia-las. Neste sentido, como resultado dessa diferenciação, obtém-se a taxa de desemprego, o PIB per capita e a taxa de desemprego como estacionárias, sendo todos sendo estacionários no teste mais básico do ADF (testes ADF sem intercepto e sem tendência).

Como a série da proporção de idosos na primeira diferença não obteve resultado estatisticamente relevantes que indicassem estacionariedade, tornou-se necessário diferencia-la mais uma vez. Dessa forma, aplicando os testes para a série na segunda diferença, obtém-se a tabela acima, mostrando estacionariedade para todas as variações do teste ADF. Assim, podemos concluir que essa série em nível é I(2). Para analisar se existe cointegração, o próximo passo desse trabalho será o de deixar todas as séries em I(1) e com o mesmo número de observações. Dessa forma, a série da proporção de idosos será diferenciada uma vez para transforma-la em I(1), enquanto as demais séries terão a primeira observação removida para que o número de observações se iguale com a série que foi diferenciada.

**Tabela 4** – Teste ADF na Proporção de idosos em log na segunda diferença

Testes	Estatísticas	Valor Crítico	Ordem de Integração
ADF Sem intercepto e tendencia	-3,54	-1,95	I(0)
ADF com intercepto e sem tendencia	-4,15	-2,93	I(0)
ADF com intercepto e tendencia	-4,05	-3,50	I(0)

Fonte: Elaboração Própria

### 3.3. DESENVOLVIMENTO DO MODELO

Após a verificação da estacionariedade, faz-se necessário aplicar o teste de Johansen com intuito de verificar a cointegração das séries temporais. Dessa forma, tem-se os seguintes resultados quando utilizamos um lag de ordem 2, que foi determinado pelo critério de Schwarz e Hannan Quinn:

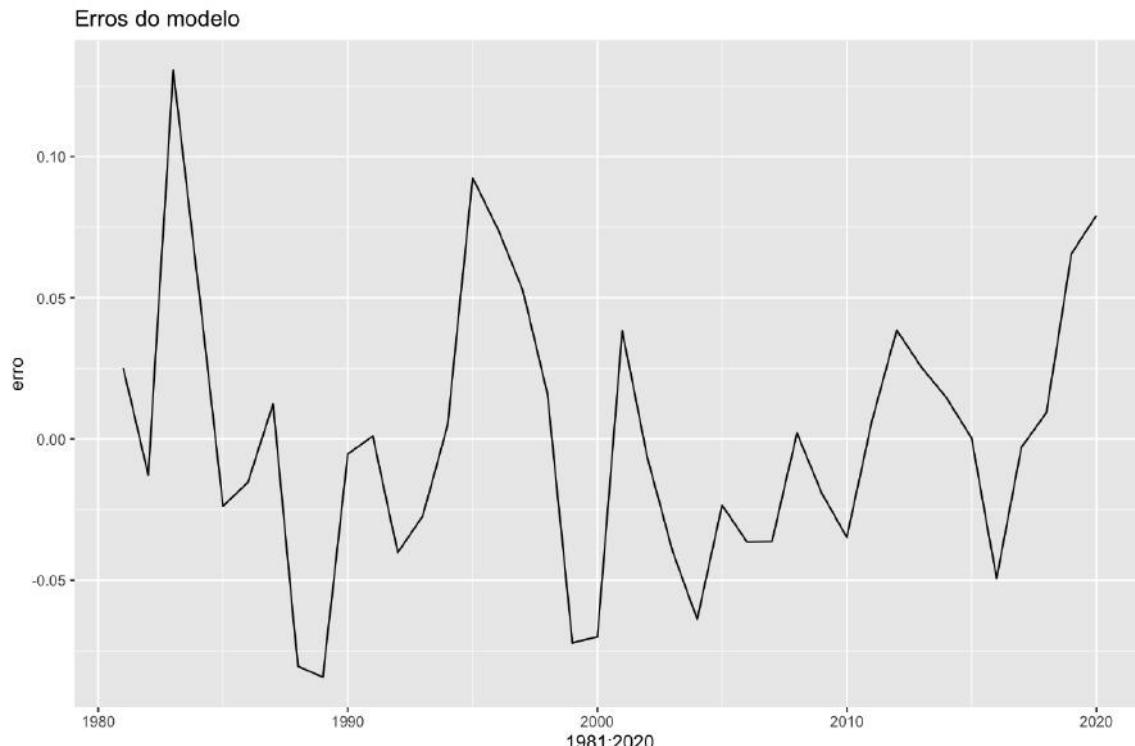
**Tabela 5 – Teste de Johansen**

Número de Vetores	Estatística T	10%	5%	1%
3	0,16	6,50	8,18	11,65
2	5,17	15,66	17,95	23,52
1	12,58	28,71	31,52	37,22
0	47,29	45,23	48,28	55,43

Fonte: Elaboração própria.

Com a tabela acima fica evidente que o número de vetores de cointegração para o modelo, quando tomamos como base o nível de significância de 5%, é de um vetor, condição necessária para o uso do VECM.

**Gráfico 2 – Resíduos do Modelo**



Fonte: Elaboração Própria

O Gráfico 2 mostra que os erros continuaram mantendo um intervalo constante, sem variações abruptas que possam dificultar a análise desse modelo.

Além disso, o lag um foi escolhido para o modelo VECM ao invés do lag dois (APENDICE A), pois os coeficientes das variáveis do desemprego e da idade se apresentaram como significativas estatisticamente no modelo com um lag, enquanto que no modelo com dois lags, nenhuma variável explicativa foi considerada relevante estatisticamente. Ademais, o sinal para equação de longo prazo foi condizente com a teoria do suicídio no modelo de lag 1, ao passo que o modelo preferido, apesar de o impacto das variáveis do vetor de longo prazo serem adequados, todavia, apenas a variável da proporção de idosos conseguiu significância estatística. Outrossim, o modelo com dois lags não obteve êxito nos principais testes utilizados para identificar se o modelo foi bem especificado, entre eles está: o teste de autocorrelação, normalidade dos resíduos e o teste ARCH.

### 3.4. RESULTADO DE MODELO DE LONGO PRAZO

Com as estatísticas verificadas anteriormente, viabiliza-se a análise do resultado de longo prazo do modelo. Para essa análise podemos observar na tabela 6 a estimativa do único vetor de correção e erro:

**Tabela 6** – Coeficientes do Termo de correção de erro

Variável	Coeficiente	Desvio.P	Estatística T	Significância de 5%
ECT	-0,33	0,08	-4,20	Rejeita

Fonte: Elaboração Própria. (2023)

O termo de correção de erro tem papel importante no modelo VECM, pois é componente vital para identificar o quanto o equilíbrio de longo prazo e de curto prazo se diferem e a velocidade em que o curto prazo se aproximará do longo prazo. Assim, é muito utilizado para as previsões que envolvam o curto prazo.

Sendo assim, com a introdução supracitada, observa-se que o coeficiente do termo de correção de erro, por ser negativo e ter uma magnitude considerável, irá trazer de volta qualquer desvio do equilíbrio de longo prazo com cerca de 33% dos desvios sendo ajustados a cada ano. Além disso, o coeficiente se apresenta com consistência estatística, como é mostrado pela estatística t.

**Tabela 7** – Vetor de Cointegração

Variáveis em log	Sinal esperado	Coeficiente	Erro padrão	Estatística T	Significância de 5%
Idosos	positivo	32,29	4,92	6,56	Rejeita
Pib Per Capita	negativo	0,16	0,14	1,14	Não rejeita
Desemprego	positivo	0,21	0,06	3,50	Rejeita

Fonte: Elaboração Própria (2023)

Na tabela 7, visualiza-se o vetor de cointegração que é responsável pela constituição do equilíbrio de longo prazo das series analisadas. Nesse contexto, o coeficiente do desemprego se mostrou condizente com a teoria de suicídio de Hamermesh e Soss indicando que no longo prazo o desemprego tem um papel significativo no aumento dos casos de suicídio, motivado, possivelmente, pela queda da utilidade esperada influenciada pela falta de renda e a grande incerteza, além disso, esse coeficiente teve resultados semelhantes a Breuer (2015), em que o aumento do desemprego tem um efeito positivo na taxa de suicídio. Sendo a única diferença a intensidade do impacto, que foi de 0,21% nessa monografia e 0,09% no artigo do Breuer. Ademais, a proporção de idosos na população brasileira, utilizada como proxy para a idade do agente, seguiu o mesmo sinal previsto pela teoria hamershiana, de que a idade teria um impacto positivo na taxa de suicídio, impacto esse que é justificado pelo aumento da solidão e da queda da renda em idades mais elevadas, outrossim, evidencia-se a magnitude do coeficiente, de 32%, que foi provocado pois a variável se encontra na primeira diferença. Por fim, tem-se o PIB per capita que teve um sinal contrário a teoria, porém, se mostrou irrelevante estatisticamente, provavelmente causado pela heterogeneidade da população brasileira, assim, um estudo com uma população mais homogênea possivelmente resultaria em coeficientes estatisticamente relevantes.

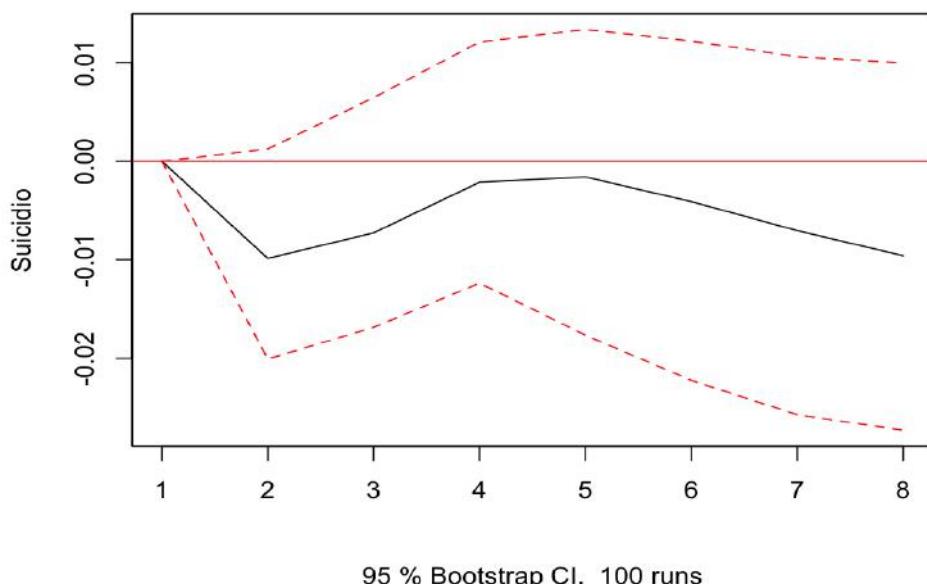
### 3.5. RESULTADO DO MODELO DE CURTO PRAZO

Após estimar os coeficientes do modelo de curto prazo, visualiza-se que o intercepto se apresenta como significativo junto com a taxa de desemprego e a proporção de idosos. As únicas variáveis que não são significativas são a taxa de suicídio em t-1 e o PIB per capita.

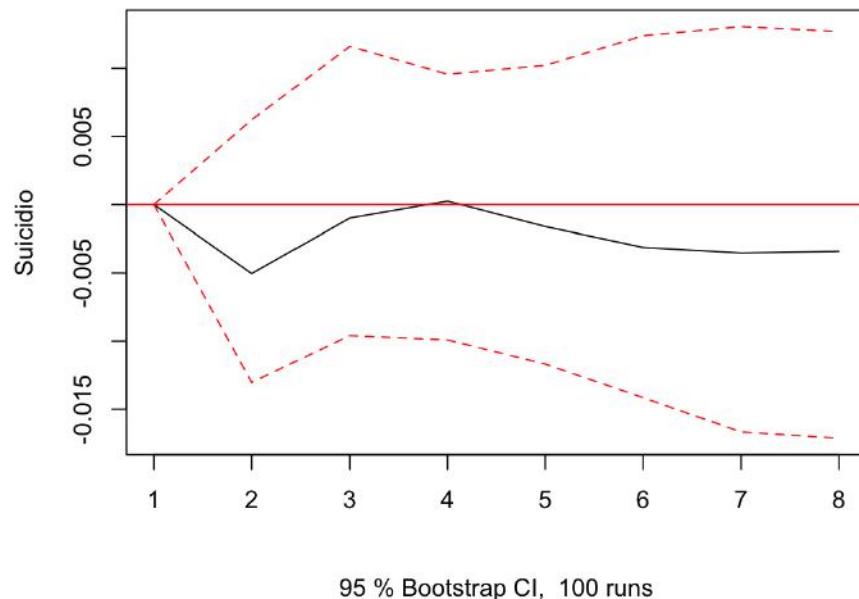
Em relação aos testes para avaliar se o modelo está bem especificado, obtém-se que o teste de Breusch-Pagan (Homocedasticidade) teve um p-valor de 0,2711, indicando um modelo sem heterocedasticidade. Também, foram aplicados no modelo VECM os testes de normalidade dos resíduos (Jarque-Bera, Assimetria e Curtose), que indicaram que os resíduos são normalmente distribuídos, e o teste Portmanteau Q e Lagrange Multipliers que não tiveram a hipótese nula recusada, indicando homoscedasticidade nos resíduos. Além disso, o teste de correlação serial de Portmanteau teve um p-valor de 0,21 para um lag de 2, indicando não correlação no resíduo e dessa forma, mostrando-se como um modelo bem especificado.

Para visualizar melhor o impacto de uma variável dependente em relação a variável independente recomenda-se o uso das funções de impulso e resposta, que tem como principal objetivo descrever a evolução das variáveis presentes no modelo quando é aplicado uma perturbação em uma ou mais variáveis. Nesse contexto, segue abaixo os gráficos referentes ao impacto da taxa de desemprego, da idade e da renda na taxa de suicídio, respectivamente.

**Gráfico 3 – Funções de Impulso Resposta**  
Orthogonal Impulse Response from Desemprego

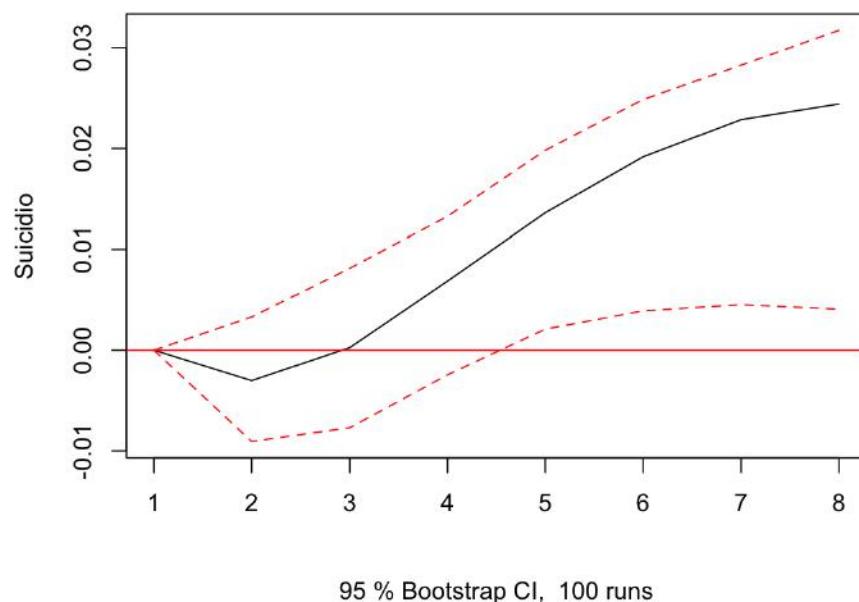


Orthogonal Impulse Response from pibPerCapita



95 % Bootstrap CI, 100 runs

Orthogonal Impulse Response from Idosos



95 % Bootstrap CI, 100 runs

Fonte: Elaboração Própria.

As imagens acima refletem o impacto do choque de uma variável e seu efeito na variável a ser analisada, tendo com base dessa análise o modelo de impulso e resposta, que objetiva ter uma melhor imagem do comportamento dinâmico do modelo.

Sendo assim, pode-se observar que um desvio positivo na proporção de idosos na população brasileira provoca na taxa de suicídio um impacto crescente e positivo após o quinto ano, assim, concordando com a teoria de Hamermesh e Soss, onde a idade teria efeito positivo na taxa de suicídio, pois afetaria diretamente a utilidade esperada da vida do agente.

No caso do PIB per capita e do desemprego, quando utilizamos um intervalo de confiança de 95%, percebe-se a impossibilidade da identificação por meio da análise do gráfico de impulso e resposta de algum impacto significante na taxa de suicídio, apesar da teoria prever a existência de um impacto negativo na variável dependente quando modificamos positivamente o PIB per capita, e um impacto positivo quando o desemprego sofre uma variação positiva.

## CONCLUSÃO

Os resultados expostos por esse trabalho indicam uma relação positiva entre a taxa de idosos na população brasileira e a taxa de desemprego com a taxa de suicídio, relação esta que se mostrou estatisticamente relevante em todos os níveis de significância quando analisamos o longo prazo, indo ao encontro do modelo teórico criado por Hamermesh e Soss (1974). Nesse contexto, o desemprego obteve um coeficiente de aproximadamente 0,21% e a proporção de idosos cerca de 32%, indicando que uma variação unitária nessas variáveis provocaria uma variação positiva na taxa de suicídio na mesma proporção das porcentagens supracitadas respectivamente. Porém, ao analisar o PIB per capita no longo prazo, não se encontra a mesma significância estatística do que as demais variáveis independentes. Por outro lado, em relação ao curto prazo, a proporção de idosos foi a única variável que obteve uma resposta significativa no gráfico de impulso e resposta quando analisamos o período após o quinto ano do impacto inicial, apesar da equação de curto prazo do suicídio apresentar, também, o desemprego como significativo.

Sendo assim, as variáveis independentes selecionadas nesse estudo se mostraram importantes para explicar uma parte do suicídio, principalmente a proporção de idosos e a taxa de desemprego que tiveram papéis relevantes na equação de longo prazo. Nesse contexto, a despeito do suicídio ser um fenômeno complexo que envolve diversas variáveis que não podem ser mensuráveis e vão além do escopo puramente econômico, todavia, apesar dessa limitação, estudos como esses ajudam a amenizar e elucidar esse problema que impacta não apenas a economia, mas também, milhares de famílias de diferentes classes econômicas que, por meio da utilização dos resultados dessa pesquisa, podem cobrar o poder público para a criação de políticas públicas voltadas a contenção de danos causados pelo aumento do desemprego e/ou políticas que melhorem a qualidade da população idosa.

## BIBLIOGRAFIA

- ANDRES, A. R. Income inequality, unemployment, and suicide: a panel data analysis of 15 European countries. **Applied Economics**, v. 37, p. 439-451, 2005.
- BACCIOTTI, R.; MARÇAL, E. F. Taxa de desemprego no Brasil em quatro décadas: retropulação da PNAD contínua de 1976 a 2016. **Estudos Econômicos**, v. 50, n. 3, jul./set. 2020.
- BREUER, C. Unemployment and suicide mortality: evidence from regional panel data in Europe. **Health economics**, v. 24, p. 936–950, 2015.
- CHEN, J. et al. Socio-Economic Studies On Suicide: A Survey. **Journal of Economic Surveys**, v. 26, p. 271-306, 2012.
- DANTAS, A. P., et al. Analysis of suicide mortality in Brazil: spatial distribution and socioeconomic context. **Revista Brasileira de Psiquiatria**, v. 40, n. 1, p. 12-18, jan./mar. 2018.
- DICKEY, D. A.; FULLER, W. A. Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root. **Journal of the American Statistical Association**, v. 74, n. 366, p. 427-431, 1979.
- ENGLE, R. F.; GRANGER, C. W. J. (1987). Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. **Econometrica**, v. 55, n. 2, p. 251-276, 1987.
- FRAGA, W. S. de; MASSUQUETTI, A.; GODOY, M. R. Determinantes socioeconômicos do suicídio no Brasil e no Rio Grande do Sul. ENCONTRO DE ECONOMIA DA REGIÃO SUL, 19., 2016, Florianópolis, **Anais eletrônicos** [...] Florianópolis: ANPEC, 2016.
- HAMERMESH, D. S.; SOSS, N. M. An Economic Theory of Suicide. **Journal of Political Economy**, v. 82, n. 1, p. 83-98, 1974.
- JOHANSEN, S. Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models. **Econometrica**, v. 59, n. 6, p. 1551-1580, 1991.
- KOO, J.; COX, W. M. An economic interpretation of suicide cycles in Japan. **Contemporary Economic Policy**, v. 26, p. 162-174, 2008.
- LOUREIRO, P. R. A.; de MENDONÇA, M. J. C. de; SACHSIDA, A. (2010) : Os determinantes econômicos do suicídio: Um estudo para o Brasil. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, Texto para Discussão n. 1487**. Brasília: IPEA 2010.
- MACHADO, D. B.; RASELLA, D.; DOS SANTOS, D. N. Impact of Income Inequality and Other Social Determinants on Suicide Rate in Brazil. **PLoS ONE**, v. 10, n. 4, 2015.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **The word health report: shaping the future**. Genebra: ONU, 2003

RAO, B. **Cointegration**: for the Applied Economist. Springer, 2007.

RODRIGUES, R. I.; CERQUEIRA, D. R. C.; CARVALHO, A. X.; LOBÃO, W. J. A. Custo da Violência para o Sistema Público de Saúde no Brasil. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Texto para Discussão n. 1295**. Brasília: IPEA, 2007.

SHIKIDA, C. D.; ARAUJO JR., A. F.; GAZZI, R. A. V. Teoria econômica do suicídio: estudo empírico para o Brasil. **Análise Econômica**, v. 25, n. 48, 2009.

SOLANO, P. et al. Conceptualizations of suicide through time and socio-economic factors: A historical mini-review. **Irish Journal of Psychological Medicine**, v. 35, n. 1, p. 75-86, 2018.

## APÊNDICE A – MODELO VECM COM 1 LAG E 2 LAGS

**Figura 1** – Resultado do modelo VECM com 1 lag

Sistema VECM, grau de defasagem 2

Estimativas Máxima verossimilhança, observações 1983–2020 (T = 38)

Ordem de cointegração = 1

Caso 3: Constante sem restrições

beta (vetores de cointegração, erros padrão entre parênteses)

l_Sucidio	1.0000 (0.0000)
ld_Idosos	-32.398 (4.9286)
l_pibpercapita	-0.16270 (0.14705)
l_desemprego	-0.21358 (0.066515)

alpha (vetores de ajustamento)

l_Sucidio	-0.32912
ld_Idosos	0.0040651
l_pibpercapita	0.084350
l_desemprego	-0.16104

Log da verossimilhança = 453.20359

Determinante da matriz de covariâncias = 5.1398962e–16

AIC = -21.9581

BIC = -20.4067

HQC = -21.4061

Equação 1: d\_l\_Sucidio

	coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor	
const	-0.340384	0.0892473	-3.814	0.0006	***
d_l_Sucidio_1	-0.0808076	0.134164	-0.6023	0.5512	
d_ld_Idosos_1	-16.8307	6.81875	-2.468	0.0191	**
d_l_pibpercapi~_1	-0.377738	0.322225	-1.172	0.2497	
d_l_desemprego_1	-0.295540	0.101266	-2.918	0.0064	***
EC1	-0.329122	0.0784259	-4.197	0.0002	***
Média var. dependente	0.019047	D.P. var. dependente	0.045956		
Soma resíd. quadrados	0.045225	E.P. da regressão	0.037594		
R-quadrado	0.421253	R-quadrado ajustado	0.330824		
rô	0.121613	Durbin-Watson	1.497108		

## Equação 2: d\_ld\_Idosos

	coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor	
const	0.00475174	0.00148383	3.202	0.0031	***
d_l_Sucidio_1	-0.000242737	0.00223062	-0.1088	0.9140	
d_ld_Idosos_1	0.791222	0.113369	6.979	6.60e-08	***
d_l_pibpercapi~_1	0.00309438	0.00535733	0.5776	0.5676	
d_l_desemprego_1	0.000464354	0.00168365	0.2758	0.7845	
EC1	0.00406512	0.00130391	3.118	0.0038	***
Média var. dependente	0.000501	D.P. var. dependente	0.000959		
Soma resíd. quadrados	0.000013	E.P. da regressão	0.000625		
R-quadrado	0.632745	R-quadrado ajustado	0.575361		
rô	0.249878	Durbin-Watson	1.487479		

## Equação 3: d\_l\_pibpercapita

	coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor	
const	0.102028	0.0689692	1.479	0.1488	
d_l_Sucidio_1	-0.0600175	0.103681	-0.5789	0.5667	
d_ld_Idosos_1	-5.43213	5.26945	-1.031	0.3103	
d_l_pibpercapi~_1	0.516386	0.249011	2.074	0.0462	**
d_l_desemprego_1	0.123493	0.0782571	1.578	0.1244	
EC1	0.0843497	0.0606066	1.392	0.1736	
Média var. dependente	0.008611	D.P. var. dependente	0.030948		
Soma resíd. quadrados	0.027008	E.P. da regressão	0.029052		
R-quadrado	0.237888	R-quadrado ajustado	0.118808		
rô	-0.165614	Durbin-Watson	2.104296		

## Equação 4: d\_l\_desemprego

	coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor	
const	-0.169308	0.209771	-0.8071	0.4256	
d_l_Sucidio_1	0.562992	0.315346	1.785	0.0837	*
d_ld_Idosos_1	17.2942	16.0271	1.079	0.2886	
d_l_pibpercapi~_1	-1.18344	0.757373	-1.563	0.1280	
d_l_desemprego_1	0.0122038	0.238020	0.05127	0.9594	
EC1	-0.161045	0.184336	-0.8736	0.3888	
Média var. dependente	0.023297	D.P. var. dependente	0.099585		
Soma resíd. quadrados	0.249850	E.P. da regressão	0.088362		
R-quadrado	0.319097	R-quadrado ajustado	0.212706		
rô	-0.044339	Durbin-Watson	2.021257		

Matriz de covariâncias de equações-cruzadas:

	l_Sucidio	ld_Idosos	l_pibpercapita	l_desemprego
l_Sucidio	0.0011901	5.8676e-06	-0.00018563	0.00070299
ld_Idosos	5.8676e-06	3.2898e-07	2.2283e-06	-1.4727e-05
l_pibpercapita	-0.00018563	2.2283e-06	0.00071075	-0.0016573
l_desemprego	0.00070299	-1.4727e-05	-0.0016573	0.0065750

determinante = 5.1399e-16

Fonte: Output do Gretl. Elaborado pelo autor.

**Figura 2** – Resultado do modelo VECM com 2 lags

Sistema VECM, grau de defasagem 3  
 Estimativas Máxima verossimilhança, observações 1984–2020 (T = 37)  
 Ordem de cointegração = 1  
 Caso 3: Constante sem restrições

beta (vetores de cointegração, erros padrão entre parênteses)

l_Sucidio	1.0000 (0.0000)
l_pibpercapita	0.016938 (0.21923)
d_l_Idosos	-50.712 (8.4562)
l_desemprego	-0.10136 (0.084760)

alpha (vetores de ajustamento)

l_Sucidio	-0.23159
l_pibpercapita	0.11691
d_l_Idosos	0.0010449
l_desemprego	-0.18992

Log da verossimilhança = 463.77576

Determinante da matriz de covariâncias = 1.5233214e-16

AIC = -22.2581

BIC = -19.9942

HQC = -21.4600

Equação 1: d\_l\_Sucidio

	coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor	
const	0.0902642	0.0255278	3.536	0.0015	***
d_l_Sucidio_1	-0.0464824	0.138078	-0.3366	0.7390	
d_l_Sucidio_2	-0.211369	0.134809	-1.568	0.1285	
d_l_pibpercapi~_1	0.192759	0.328074	0.5875	0.5617	
d_l_pibpercapi~_2	-0.136979	0.304778	-0.4494	0.6567	
d_d_l_Idosos_1	-13.0417	9.16278	-1.423	0.1661	
d_d_l_Idosos_2	-0.337435	12.4092	-0.02719	0.9785	
d_l_desemprego_1	-0.142325	0.109590	-1.299	0.2050	
d_l_desemprego_2	-0.0304622	0.112373	-0.2711	0.7884	
EC1	-0.231589	0.0686451	-3.374	0.0023	***
Média var. dependente	0.015897	D.P. var. dependente	0.042226		
Soma resíd. quadrados	0.028966	E.P. da regressão	0.032754		
R-quadrado	0.548737	R-quadrado ajustado	0.398316		
rô	-0.092007	Durbin-Watson	2.089291		

## Equação 2: d\_l\_pibpercapita

	coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor
const	-0.0256250	0.0203321	-1.260	0.2183
d_l_Sucidio_1	-0.0832016	0.109974	-0.7566	0.4559
d_l_Sucidio_2	0.103890	0.107371	0.9676	0.3418
d_l_pibpercapi~_1	0.0994721	0.261300	0.3807	0.7064
d_l_pibpercapi~_2	0.329441	0.242746	1.357	0.1860
d_d_l_Idosos_1	-7.43622	7.29784	-1.019	0.3173
d_d_l_Idosos_2	3.82619	9.88350	0.3871	0.7017
d_l_desemprego_1	0.0286187	0.0872845	0.3279	0.7455
d_l_desemprego_2	0.128725	0.0895016	1.438	0.1619
EC1	0.116907	0.0546735	2.138	0.0417 **
Média var. dependente	0.010255	D.P. var. dependente		0.029645
Soma resid. quadrados	0.018375	E.P. da regressão		0.026087
R-quadrado	0.419222	R-quadrado ajustado		0.225630
rô	0.117748	Durbin-Watson		1.726157

## Equação 3: d\_d\_l\_Idosos

	coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor
const	-2.56150e-05	0.000488757	-0.05241	0.9586
d_l_Sucidio_1	-0.000548226	0.00264364	-0.2074	0.8373
d_l_Sucidio_2	-0.00153516	0.00258107	-0.5948	0.5569
d_l_pibpercapi~_1	0.00310790	0.00628133	0.4948	0.6248
d_l_pibpercapi~_2	-0.00461393	0.00583530	-0.7907	0.4360
d_d_l_Idosos_1	1.07680	0.175431	6.138	1.47e-06 ***
d_d_l_Idosos_2	-0.472767	0.237587	-1.990	0.0568 *
d_l_desemprego_1	0.00110567	0.00209821	0.5270	0.6025
d_l_desemprego_2	-0.00149770	0.00215151	-0.6961	0.4923
EC1	0.00104493	0.00131428	0.7951	0.4335
Média var. dependente	0.000519	D.P. var. dependente		0.000966
Soma resid. quadrados	0.000011	E.P. da regressão		0.000627
R-quadrado	0.683807	R-quadrado ajustado		0.578410
rô	0.062141	Durbin-Watson		1.819962

Fonte: Output do Gretl. Elaborado pelo autor