

MESTRADO
ECONOMETRIA APLICADA E PREVISÃO

TRABALHO FINAL DE MESTRADO
DISSERTAÇÃO

A RELAÇÃO ENTRE A PROCURA INTERNA E A PRODUÇÃO EM
PORTUGAL:
UMA ANÁLISE COM RECURSO AO MODELO VETORIAL
AUTORREGRESSIVO

JOÃO DANIEL BAROSA LOPES

NOVEMBRO – 2020

MESTRADO EM
ECONOMETRIA APLICADA E PREVISÃO

TRABALHO FINAL DE MESTRADO
DISSERTAÇÃO

**A RELAÇÃO ENTRE A PROCURA INTERNA E A PRODUÇÃO EM
PORTUGAL:
UMA ANÁLISE COM RECURSO AO MODELO VETORIAL
AUTORREGRESSIVO**

JOÃO DANIEL BAROSA LOPES

ORIENTAÇÃO:

PROFESSOR DOUTOR NUNO RICARDO MARTINS SOBREIRA

NOVEMBRO - 2020

Resumo

A Procura Interna representa um papel essencial na economia como motor de crescimento do nível de produção de bens e serviços de qualquer país. Para Portugal, dada a forte dimensão do Consumo Privado, essa influência na produção é ainda mais notória. Dessa forma, para melhor descrever a economia nacional é fundamental estabelecer as relações inter-dinâmicas entre Consumo, Investimento e PIB, para que os agentes económicos sejam capazes de antecipar mudanças e dessa forma ajustar as suas decisões.

Como tal, com recurso a dados trimestrais compreendidos entre o 1º trimestre de 1999 e o 4º trimestre de 2018, o presente estudo procedeu à estimação de um modelo Vetorial Autorregressivo (VAR) que permitiu identificar o forte impacto das duas componentes da Procura Interna na Produção de bens e serviços e um efeito não tão marcado no sentido inverso.

Para além disso, através dos resultados obtidos pelo do modelo VAR estimado foi ainda possível identificar que face a um choque exógeno em qualquer uma das variáveis do sistema, as respostas das outras variáveis aparentam não se prolongar por períodos superiores a um ano.

Contudo, apesar do forte poder explicativo, do ponto de vista das previsões a abordagem com recurso ao modelo vetorial não se revelou superior face a outros modelos de implementação mais simples.

Palavras-Chave:

Procura Interna; PIB; VAR; Função Resposta Impulso; Decomposição da Variância; Causalidade de Granger; Previsão.

Abstract

The Domestic Demand of a country is essential for its economic activity as, for example, it can be considered an engine for the growth in production of goods and services. For Portugal, given the strong weight of private consumption in GDP, this effect is particularly relevant. Hence, to better describe the Portuguese economy, it is important to characterize the inter-dynamic relations between variables representative of the Demand and Production such as Consumption, Investment and GDP, so economic agents can anticipate changes and adapt their behavior.

Therefore, with quarterly data for the period between the 1st quarter of 1999 and the 4th quarter of 2018, this study considered a vector autoregressive model (VAR) and was able to identify the major impact of the two components of Domestic Demand in the Production of goods and services and a not so evident relation in the opposite direction.

Moreover, with the results from the estimated VAR model, we found evidence that the impact of exogenous shocks on the variables included in the system doesn't seem to last more than one year.

Notwithstanding the statistical evidence of causality between Consumption, Investment and GDP, the model was outperformed, in terms of forecast accuracy, by standard univariate models.

Keywords:

Domestic Demand; GDP; VAR; Impulse Response Function; Variance Decomposition; Granger Causality; Forecasts.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer ao Professor Doutor Nuno Ricardo Martins Sobreira pelo apoio e disponibilidade demonstrados ao longo da realização do documento.

E manifestar um agradecimento especial às pessoas que mais significado trazem à minha vida: à minha noiva, Eliane, aos meus pais, Fernanda e Vítor e à minha irmã Ana, pois sem o seu incondicional apoio este trabalho não seria possível.

Índice

Resumo	i
Abstract.....	ii
Agradecimentos	iii
Índice	iv
Índice de Figuras	v
Índice de Tabelas.....	vi
Glossário.....	vii
1 – Introdução.....	1
2 – Enquadramento	3
2.1 – Produção e Procura Interna	3
2.2 – Contexto Histórico.....	5
2.2.1 – Evolução do Consumo e Investimento.....	6
3 – Análise descritiva	8
3.1 – Quebras de Estrutura.....	11
3.2 – Estacionaridade	12
3.2.1 – Teste ADF.....	13
4 – Estimação	15
4.1 – Modelo VAR.....	15
4.1.1 – Seleção da ordem do modelo e testes de diagnóstico.....	16
4.2 – Análise do modelo VAR obtido	18
4.2.1 – Função Resposta Impulso	18
4.2.2 – Decomposição da Variância	22
4.2.3 – Causalidade de Granger	23
4.2.4 – Previsão.....	25
4.2.4.1 – ARIMA.....	25
4.2.4.2 – Holt-Winters	26
4.2.4.3 – Resultados de Previsão	26
5 – Análise dos resultados obtidos	27
6 – Conclusão.....	30
7 – Bibliografia	32
A – Anexos	34

Índice de Figuras

Figura 1 - PIB, Procura Interna E Saldo Externo (dados ajustados de sazonalidade)	5
Figura 2 - Procura Interna, Consumo Final e Formação Bruta de Capital (dados ajustados de sazonalidade)	6
Figura 3 - Funções de Resposta a Impulsos Ortogonais	19
Figura 4 - Funções de Resposta a Impulsos Ortogonais Cumulativas	21
Figura 5 - Decomposição da Variância	23
Figura A.2. 1 - Remunerações Recebidas Pelos Setores Institucionais Das Famílias E Das Instituições Sem Fins Lucrativos	34
Figura A.2. 2 - Consumo Total, Consumo Privado e Consumo Público.....	34
Figura A.2. 3 - Formação Bruta de Capital por Sector Institucional	35
Figura A.2. 4 - FBCF, FBCF para Habitação e FBCF para outras maquinarias e equipamentos	35
Figura A.3. 1 - Produto Interno Bruto: dados originais (a); gráfico sazonal (b); gráfico sazonal do período 1999Q1 - 2008Q4 (c); gráfico sazonal do período 2013Q1 - 2018Q4 (d).....	36
Figura A.3. 2 - Consumo: dados originais (a); gráfico sazonal (b); gráfico sazonal do período 1999Q1 - 2008Q4 (c); gráfico sazonal do período 2013Q1 - 2018Q4 (d).....	36
Figura A.3. 3 - Investimento: dados originais (a); gráfico sazonal (b); gráfico sazonal do período 1999Q1 - 2008Q4 (c); gráfico sazonal do período 2013Q1 - 2018Q4 (d).....	37
Figura A.3. 4 - Proveitos totais do turismo.	37
Figura A.3. 5 - Funções de Autocorrelação e Autocorrelação Parciais: Consumo (a); Investimento (b); PIB (c).	39
Figura A.3. 6 - Correlograma entre Consumo e Investimento, Consumo e PIB e Investimento e PIB.....	40
Figura A.4. 1 - Resultados de estimação do modelo VAR: com 1 desfasamento (a) e com 2 desfasamentos (b)	42
Figura A.4. 2 - Resultado do teste de seleção de ordem do modelo	43
Figura A.4. 3 - Resultado do teste de Portmanteau de autocorrelação dos resíduos do modelo VAR: com 1 desfasamento (a) e com 2 desfasamentos (b)	43
Figura A.4. 4 - Círculo unitário e raízes inversas do polinómio característico	44
Figura A.4. 5 - Resultados do teste de causalidade de Granger.....	46

Índice de Tabelas

Tabela A. 1 - Estatísticas descritivas	38
Tabela A. 2 - Teste de Quandt-Andrews.....	41
Tabela A. 3 - Teste Bai-Perron L+1 vs. L.....	41
Tabela A. 4 - Teste Dickey-Fuller Aumentado (ADF).....	41
Tabela A. 5 - Efeito no Consumo face ao choque de um desvio padrão das variáveis	45
Tabela A. 6 - Efeito no Investimento face ao choque de um desvio padrão das variáveis.....	45
Tabela A. 7 - Efeito no PIB face ao choque de um desvio padrão das variáveis	45
Tabela A. 8 - Resultado de previsões para o período 2018Q1-2018Q4	47
Tabela A. 9 - Resultado de previsões para o período 2017Q1-2018Q4	48

Glossário

ADF	Augmented Dickey-Fuller
AIC	Akaike's Information Criterion
ARIMA	Integrado Autoregressivo de Média Móvel
BIC	Bayesian Information Criterion
DF	Dickey-Fuller
EAM	Erro Absoluto Médio
EAMP	Erro Absoluto Médio Percentual
EQM	Erro Quadrático Médio
FAC	Função de Autocorrelação
FACP	Função de Autocorrelação Parcial
FBC	Formação Bruta de Capital
FBCF	Formação Bruta de Capital Fixo
FPE	Final Prediction error
FRI	Função Resposta Impulso
GTS	General to specific
HQ	Hannan-Quinn Criterion
INE	Instituto Nacional de Estatística
LR	Likelihood Ratio
OLS	Ordinary Least Square
PGD	Processo Gerador de Dados
PIB	Produto Interno Bruto
REQM	Raiz do Erro Quadrático Médio
SC	Schwarz Criterion
UE	União Europeia
VAR	Vetorial Autorregressivo
VMA	Vetorial Média Móvel

1 – Introdução

O nível de Produção de bens e serviços de um país resulta de um equilíbrio entre a oferta e a procura globais¹. Em geral, para os países desenvolvidos, a Procura Interna representa o principal contributo dessa procura global. Para Portugal, esse contributo é particularmente evidente, tanto pelo valor elevado da Procura Interna como pelo menor valor da Procura Externa. Aliás, numa perspetiva europeia, o peso da Procura Interna no PIB de Portugal é superior ao peso da Procura Interna do PIB no conjunto de 27 Países pertencentes à União Europeia².

Assim, tendo em conta este contexto, o presente estudo procura identificar e medir de forma empírica as relações dinâmicas entre a Produção de bens e serviços (PIB) e as duas componentes que constituem a Procura Interna (Consumo e Investimento) para o território português, por se tratarem de fatores fundamentais na evolução da Produção.

Essa evolução, permite também verificar que, desde 1999, os valores do Consumo português em percentagem do PIB são superiores aos do conjunto da União Europeia e que para o Investimento, a crise de 2007-2008 desempenha um papel fundamental, pois a partir desse período o valor do Investimento em percentagem do PIB da União Europeia torna-se superior ao valor de Portugal, refletindo a assimetria de impactos da crise.

Dessa forma, face à importância das duas componentes da Procura Interna no PIB português e do período abrangido conter uma das maiores crises a nível nacional, torna-se relevante estabelecer as relações dinâmicas entre as variáveis, de forma a poder quantificar respostas destas face a eventuais choques exógenos. Para isso, a abordagem será realizada com recurso a um modelo Vetorial Autorregressivo (VAR) e serão estimados diversos resultados que permitirão uma análise empírica sobre as variáveis em estudo.

Para tal, este estudo será dividido em 6 secções principais, sendo que a primeira corresponde à presente “1 - Introdução” e define o objeto de estudo do trabalho e a estrutura do mesmo. A seguinte secção diz respeito ao “2 – Enquadramento” e procura oferecer uma visão muito breve sobre o Sistema Europeu de Contas, a Procura Interna Nacional e o contexto económico Português, no período em análise. No entanto, como este último se encontra amplamente documentado e teorizado na literatura, irá apenas procurar-se delimitar de forma simples os momentos com maior impacto nas variáveis em estudo. Na Secção “3 – Análise

¹ Definem-se como globais por abrangerem as suas componentes internas e externas.

² Alemanha, Áustria, Bélgica, Bulgária, Chéquia, Chipre, Croácia, Dinamarca, Eslováquia, Eslovénia, Espanha, Estónia, Finlândia, França, Grécia, Hungria, Irlanda, Itália, Letónia, Lituânia, Luxemburgo, Malta, Países Baixos, Polónia, Portugal, Roménia e Suécia.

descritiva” será elaborada uma caracterização da base de dados e apresentada a definição económica de cada variável, seguida da análise das estatísticas descritivas das próprias variáveis, das suas correlações, e ainda de possíveis quebras de estrutura e raízes unitárias.

A Secção “4 – Estimação” encontra-se dividida em 5 partes e caracteriza-se por ser o principal foco deste estudo. Na primeira parte será apresentado e estimado o Modelo VAR e serão realizados alguns testes de diagnóstico de forma a encontrar o melhor modelo que se ajuste aos dados. Nas partes seguintes, irá procurar oferecer-se resultados empíricos relevantes e que se enquadrem na realidade económica. Essas partes resultaram do modelo VAR anteriormente estimado e dizem respeito às Funções de Resposta a Impulsos, à Decomposição da Variância dos Erros de Previsão, à Causalidade de Granger e às Previsões, respetivamente. A Secção seguinte, diz respeito à “5 – Análise de resultados” e será onde os resultados serão analisados de forma global e interpretados do ponto de vista económico. Na última secção serão apresentadas as principais conclusões para Portugal, com principal ênfase nas relações estruturais e resposta a choques.

2 – Enquadramento

Portugal, como parte integrante do contexto europeu atual, possui um quadro contabilístico nacional de acordo com o Sistema Europeu de Contas Nacionais e Regionais, criado em 1995 e na sua redação mais recente de 2010, imposta pelo regulamento da União Europeia (EU) N° 549/2013. Este regulamento tem como principal objetivo garantir a produção de estatísticas harmonizadas e fiáveis de toda a economia europeia permitindo a caracterização da economia nacional com um conjunto de indicadores macroeconómicos comparáveis em todo o espaço europeu. Entre esses indicadores encontram-se as despesas realizadas em atividades de consumo, investimento ou produção que serão objeto de análise neste estudo.

Dessa forma, ao procurar caracterizar a economia de um país, é frequente medir a produção de bens e serviços finais em território nacional. Com essa medição da produção feita de forma consistente através da metodologia referida, é possível quantificar e diferenciar a qualidade de bens e serviços produzidos (como por exemplo a delimitação entre despesa de investimento e de consumo) e caracterizar não só a economia, como a qualidade de vida de um país³.

2.1 – Produção e Procura Interna

Uma das óticas utilizadas para a medição da produção ou do Produto Interno Bruto (PIB) é a ótica de despesa ou da procura⁴. Segundo Santos *et al* (2010), se à despesa realizada em bens e serviços produzidos em território nacional (quer seja para consumo interno, quer seja para exportação) for adicionado o valor de bens produzidos e não vendidos (incluídos no investimento) e subtraído o valor de despesa interna realizada em produtos não produzidos em território nacional (importações), obtém-se o valor em unidades monetárias a preços de mercado do Produto Interno Bruto (i.e., preços que incluem a remuneração dos fatores produtivos, impostos sobre os produtos e produção e líquidos de subsídios). Assim, de forma simples, podemos definir:

$$PIB = C + I + Ex - Im \quad (2.1)$$

³ Embora importante para a avaliação da qualidade de vida de um país, o nível de despesa não é critério único. Pois esta temática envolve diversos indicadores, de diferentes dimensões e não diretamente comparáveis. Conforme se pode verificar em Eurostat (2020, 10 14).

⁴ As restantes óticas dizem respeito à produção ou oferta e ao rendimento.

Onde:

- *C*, define a despesa em Consumo Final realizada para satisfazer necessidades individuais e coletivas de apenas 3 sectores institucionais⁵: Administrações Públicas (Consumo Público) Famílias e Instituições sem Fins Lucrativos (Consumo Privado);
- *I*, define o Investimento, ou Formação Bruta de Capital, que representa não só a variação dos bens produzidos e não vendidos, conhecido como variação de existências e referida anteriormente, como também as aquisições líquidas de cessões de objetos de valor⁶ e a sua componente mais relevante, a Formação Bruta de Capital Fixo, que engloba toda a despesa em ativos fixos, nomeadamente, edifícios, aumentos de maquinaria e outro capital produtivo utilizado por período superior a um ano;
- As exportações, *Ex*, representam a despesa realizada por unidades institucionais não residentes em bens e serviços produzidos e vendidos por residentes e por essa razão devem estar incluídas na medição da produção nacional.
- Em sentido oposto, as Importações, *Im*, representam despesa realizada por unidades residentes em bens e serviços produzidos por não residentes, não contabilizando como parte da produção nacional.

Por conseguinte, fica exposto que a despesa total realizada por unidades institucionais domésticas correspondente à soma do Consumo com o Investimento constitui a Procura Interna⁷, que poderá ser satisfeita com a oferta de bens e serviços tanto nacionais como importados. Desta forma, a Procura Interna torna-se um indicador importante para descrever o crescimento económico do país e será sobre as suas duas componentes que se irá debruçar grande parte do presente documento.

⁵ Conforme Eurostat (2013), por unidades institucionais entende-se entidades económicas com capacidade de possuir bens e ativos, contrair passivos e realizar atividades e operações económicas com outras unidades, em seu próprio nome. O conjunto das unidades institucionais domésticas divide-se em 5 sectores: Sociedades não Financeiras, Sociedades Financeiras, Administrações Públicas, Famílias e Instituições sem fins lucrativos.

⁶ Objetos de valor são bens não financeiros que não são principalmente utilizados na produção ou consumo, que não se deterioram (fisicamente) com o tempo, em condições normais, e que são adquiridos e conservados sobretudo como reservas de valor (ex.: Metais preciosos, objetos de arte, etc.)

⁷ A Procura Externa é constituída apenas pelas exportações.

2.2 – Contexto Histórico

Assim, para melhor descrever o crescimento económico português recorreu-se à Figura 1, que reflete a evolução do PIB, da Procura Interna e do Saldo Externo em Portugal desde a entrada em vigor do Euro, a 1 de janeiro de 1999. Através da observação da figura é possível identificar claramente como um dos momentos de maior relevância o ano de 2012. Nesse momento, atinge-se o equilíbrio do Saldo Externo de bens e serviços⁸ e o valor a preços correntes da Procura Interna deixa de ser superior ao valor registado do PIB. Demonstrando assim, a evolução positiva até aí verificada das contas externas portuguesas, em contrapartida da diminuição da Procura Interna, o que teve como consequência a diminuição do PIB nesse período (2009-2012).

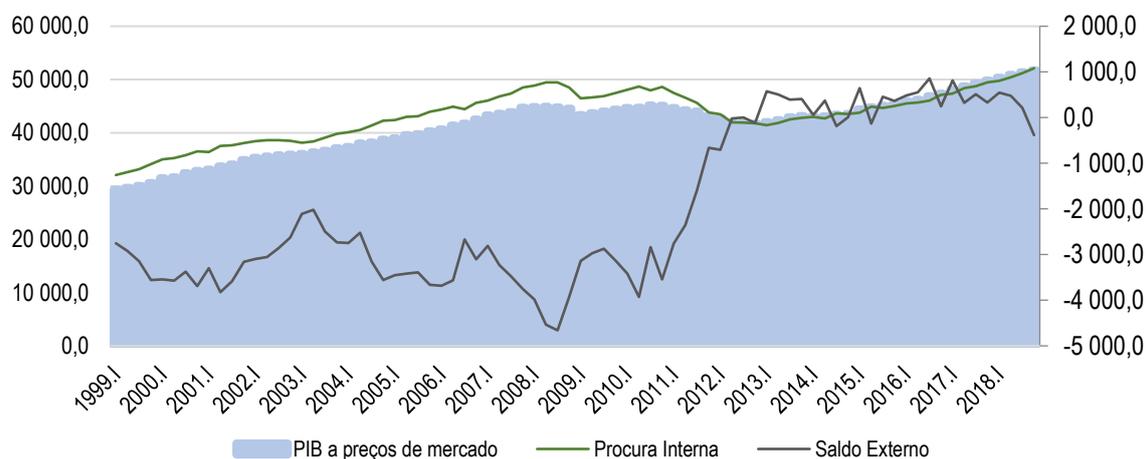


Figura 1 - PIB, Procura Interna E Saldo Externo (dados ajustados de sazonalidade)

Um dos fatores que poderá ter contribuído para este comportamento das variáveis foi a diminuição dos salários verificada nesse período (conforme figura A.2.1), que provocou a diminuição do poder de compra das famílias, originando uma diminuição no Consumo Privado (e consequentemente na Procura Interna), enquanto tornou as empresas exportadoras mais competitivas através da diminuição dos custos de mão-de-obra, fazendo aumentar as Exportações líquidas de Importações.

Avançando a análise para o período posterior a 2012, verifica-se um crescimento do PIB impulsionado pela variação positiva da Procura Interna, enquanto o Saldo Externo de bens e

⁸ Saldo Externo= Exportações-Importações

serviços demonstra uma relativa manutenção. Com este crescimento da Procura Interna a dever-se ao crescimento das suas duas componentes (Consumo e Investimento) e a traduzir-se na retoma económica verificada desde essa data. Desta forma, não só para o período posterior a 2012, mas para todo o período temporal, constata-se uma forte relação positiva entre o PIB e a Procura Interna.

2.2.1 – Evolução do Consumo e Investimento

Focando agora a análise na evolução da Procura Interna e das suas duas componentes, através da Figura 2 é possível identificar que a Procura Interna reflete quase por completo as variações do Consumo Final ao longo de todo o período.

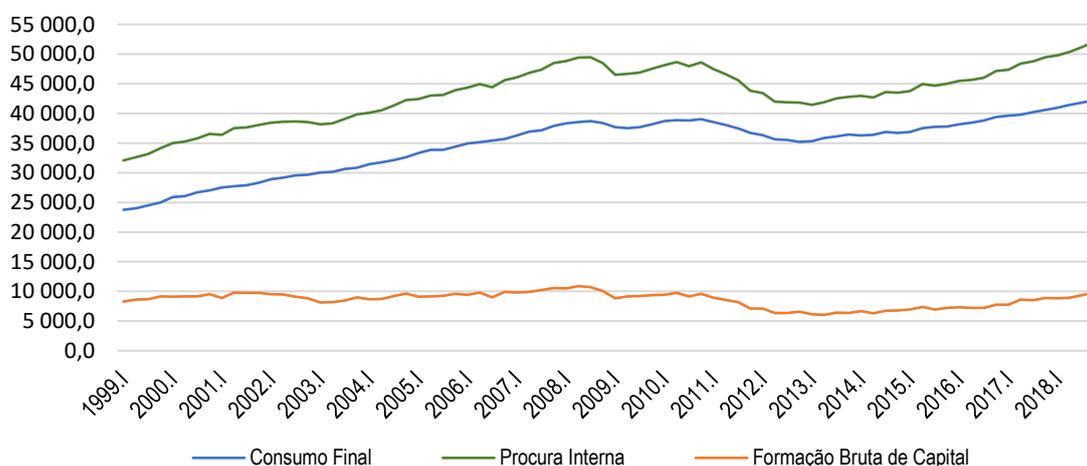


Figura 2 - Procura Interna, Consumo Final e Formação Bruta de Capital (dados ajustados de sazonalidade)

O Consumo Final, por sua vez, reflete em grande parte a variação do Consumo Privado, conforme representado na Figura A.2.2. Aliás, em termos de percentagem da Procura Interna, o Consumo Privado representa um peso superior a 40%, sendo sistematicamente a maior componente da Procura Interna. Através da Figura A.2.2, é ainda possível identificar dois momentos que interrompem o crescimento do Consumo Final. Um primeiro nos anos de 2008 e 2009, devido à crise financeira mundial, originada a partir do mercado do *sub-prime* americano, afetando negativamente o Consumo Privado e positivamente o Consumo Público⁹, e uma segunda

⁹ Fruto de políticas tomadas nesse período como resposta à crise. Como por exemplo, o aumento das prestações sociais em espécie, de acordo com Instituto Nacional de Estatística (2010).

quebra entre os anos de 2011 e 2012, refletida nas duas componentes de Consumo por via de acentuadas políticas de austeridade verificadas nesse período.

Com um peso inferior na Procura Interna, a Formação Bruta de Capital (FBC) apresenta uma tendência positiva, embora com uma recuperação mais lenta, pois apenas no fim do período em análise se aproxima dos valores registados no ano de 2008. Apesar deste facto, ao longo de todo o período a FBC não revela uma forte evolução no seu valor absoluto. No entanto, numa análise mais cuidada do seu valor por setor institucional e das suas componentes é possível identificar uma transformação das suas características.

Para isso, analisando os valores da FBC distribuídos por setor institucional (Figura A.2.3, disponibilizada apenas com dados anuais), identifica-se desde 2010 uma diminuição do peso relativo na FBC dos sectores das Administrações Públicas, das Famílias e das Instituições Sem Fins Lucrativos em relação ao sector das Sociedades Não Financeiras, ou seja, os setores sobre os quais está circunscrita a despesa em Consumo Final revelaram uma diminuição da despesa em FBC no período que coincide com a retoma de variações positivas da própria FBC.

Adicionalmente, tendo em conta as componentes da Formação Bruta de Capital Fixo¹⁰ (FBCF), conforme demonstrado pelo Figura A.2.4, verifica-se que a retoma da FBCF foi principalmente impulsionada pela componente de “outras máquinas e equipamento”, contrastando com o período anterior à crise, onde a componente de “construção para habitação” possuía um maior peso na FBCF. Assim, apesar da retoma do valor da FBC, agora a componente de construção para habitação (ligada ao sector das Famílias) possui um peso inferior às componentes ligadas à produção¹¹, refletindo a mudança da composição do Investimento nos períodos mais recentes apesar da relativa manutenção do seu valor absoluto.

Desta forma, do ponto de vista económico, quer pelo valor da despesa por setor institucional, quer pelo valor da despesa por componente, verifica-se que o Investimento revela ao longo do período amostral uma diminuição do grau de dependência face ao Consumo.

¹⁰ Maior componente da FBC com um peso relativo superior a 90% para qualquer período temporal.

¹¹ Contribuíram para este efeito: a diminuição dos salários, diminuição do nível de crédito disponível na economia, diminuição das poupanças das famílias, entre outros.

3 – Análise descritiva

Após a análise histórica das séries em estudo, procede-se agora à análise descritiva das mesmas. Com recurso aos dados publicados pelo INE, a base de dados para este trabalho é constituída por 3 variáveis denominadas por PIB, Consumo e Investimento. A variável PIB aparece medida através do Produto Interno Bruto (na ótica da Procura ou Despesa¹²), a variável Consumo representa a despesa em Consumo Final, ou seja, a soma do Consumo Público com o Consumo Privado e a variável Investimento resulta da Formação Bruta de Capital, que inclui a Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF), a Variação de Existências e a Aquisição (líquida de cessões) de Objetos de Valor, sendo que as três variáveis em estudo encontram-se medidas a preços correntes e dizem apenas respeito a unidades institucionais residentes no território nacional português. Os dados têm periodicidade trimestral com início no 1º trimestre de 1999 até ao 4º trimestre de 2018, num total de 80 observações.

Através da análise da figura A.3.1(a), que representa a evolução do PIB, é possível identificar um comportamento crescente interrompido pelo período da crise, e um carácter sazonal bem delimitado justificado, por exemplo, pelas flutuações do sector do turismo. No entanto, a particularidade da série reside no facto do período após a crise revelar uma alteração do padrão de sazonalidade face ao período pré-crise, identificado nas figuras A.3.1(c) e A.3.1(d), i.e., o 3º trimestre, no período após a crise, torna-se aquele que verifica os valores mais elevados do ano, o que se deve ao maior peso do sector do turismo no PIB nacional após esse período, conforme se pode verificar pela evolução de proveitos totais do turismo, na figura A.3.4 em anexo.

Com recurso à figura A.3.2(a), que representa a evolução da variável Consumo, à semelhança do PIB é possível identificar o impacto da crise económico-financeira mundial de 2009Q1 a 2012Q4, aproximadamente. É também facilmente identificável o carácter sazonal da série. O padrão de sazonalidade identificado na figura A.3.2(b), é justificado pela forte ligação positiva do nível de aquisição de bens e serviços às remunerações, levando a que o 2º e 4º trimestres de cada ano tenham valores mais elevados por corresponderem aos subsídios de férias e de natal, respetivamente. A antecipação à entrada em vigor num novo ano de medidas de política fiscal pode também ser outro fator que antecipe o consumo para o quarto trimestre, levando a que este seja o trimestre com valor mais elevado e, conseqüentemente, que o 1º trimestre tenha o

¹² De notar que a ótica de medição escolhida do PIB para o efeito deste estudo é considerada irrelevante, uma vez que, de acordo com Instituto Nacional de Estatística (2018), em Contabilidade Nacional o quadro de equilíbrio de recursos e utilizações visa garantir a concordância entre as óticas da Produção e da Despesa. Não obstante, para a ótica do rendimento não existe um apuramento a priori do PIB de uma forma independente da ótica da Produção.

valor de consumo mais baixo. É importante referir que embora estes fatores contribuam para justificar o padrão sazonal certamente não serão os únicos.

No que diz respeito à variável Investimento, através da análise da figura A.3.3(a), não se identifica tão claramente o padrão sazonal, sendo mais evidente a quebra da série associada a 2011 fruto da quebra da FBCF associada às componentes de “outra maquinaria e equipamentos” e da “construção” (onde se inclui a construção para habitação referida na secção anterior). Após esse período, a série apresenta um aumento continuado, contrastando com o período anterior à crise onde a série apresentava um comportamento mais errático. Esta mudança de comportamento da série deve-se sobretudo à diminuição da amplitude das variações da componente de “Variação de Existências” e da suave recuperação que esta componente de despesa tem vindo a demonstrar.

A tabela A.1 apresenta as estatísticas descritivas das variáveis em estudo para uma partição de 3 sub-períodos e para todo o período amostral. As datas utilizadas para delimitar os sub-períodos foram 2008Q4, por representar um ponto de viragem nas contas públicas e 2013Q1, pelo equilíbrio do saldo externo. Para o período de recessão (2009Q1-2012Q4), constata-se os valores de médias negativos e mais baixos para as 3 variáveis, o que significa que terá sido o período com maiores descidas para as três variáveis e o único com valores finais inferiores aos valores iniciais, comprovando o impacto da crise na economia portuguesa. Comparando o período pré-crise (1999Q1-2008Q4) com o período pós-crise (2013Q1-2018Q4), para as variáveis Consumo e PIB é possível identificar que os valores pós-crise apresentam agora um desvio padrão inferior aos valores pré-crise e que para a variável Investimento se verifica o oposto, o que reflete os diferentes impactos da crise em cada uma das variáveis¹³.

Assim, analisando as 3 séries em estudo, é possível constatar o efeito da crise económico-financeira entre os anos de 2009 e 2012 com retoma das inclinações positivas das 3 séries apenas em 2012. Verifica-se também que os padrões sazonais do PIB e do Consumo são bastante semelhantes tendo em conta todo o período da série (apesar do padrão do PIB se diferenciar quando considerado apenas o período pós-crise).

Consequentemente, devido à sazonalidade presente nas séries procedeu-se à aplicação do filtro TRAMO/SEATS proposto por Gómez, V., & Maravall, A. (1997), em contrapartida das séries publicadas pelo INE ajustadas de sazonalidade, por estas resultarem de uma análise

¹³ Este comportamento da variável Investimento pode estar associado à transformação das suas componentes mencionada na secção anterior.

detalhada e de tratamentos específicos de acordo com Eurostat (2015), levando a que cada série possua um tratamento diferenciado. Por questões de coerência do filtro de sazonalidade a aplicar nas diferentes séries e de simplificação da metodologia adotada neste trabalho, optou-se por usar o mesmo filtro para todas as séries. Após a aplicação do filtro de sazonalidade, procedeu-se à transformação em logaritmo das séries, como ferramenta de estabilização da variância, e à sua diferenciação, como forma de as estacionarizar¹⁴. Assim, no resto do documento ao referir-se a uma série, será assumido que a mesma se encontra filtrada de sazonalidade, logaritmizada e diferenciada.

Desta forma, ao analisar as correlações das séries, com recurso às figuras A.3.5, é possível afirmar que as funções de autocorrelação (que revelam uma persistência de valores ao longo do tempo) em complemento com as funções de autocorrelação parcial (que revelam uma persistência menor que as funções anteriores) indicam que as séries seriam melhor representadas por um modelo autoregressivo, como seria de esperar para este tipo de séries macroeconómicas.

Analisando as correlações contemporâneas entre as variáveis, verifica-se uma forte relação linear entre o PIB e o Consumo ($corr(PIB_t; CONS_t) = 0,783219$) e correlações também positivas, embora mais fracas envolvendo a variável Investimento ($corr(PIB_t; INV_t) = 0,477294$ e $corr(CONS_t; INV_t) = 0,280051$). De seguida, tendo em vista a análise de choques nas variáveis e a transmissão desses efeitos para outras variáveis procedeu-se à estimação de correlações cruzadas para diferentes horizontes temporais, conforme a figura A.3.6. Aqui verifica-se que o nível de correlação contemporânea mais elevado é entre as taxas de variação do PIB e do Consumo, diminuindo de forma relativamente lenta ao longo dos desfasamentos. Em relação às correlações cruzadas entre as taxas de variação do par PIB e Investimento e do par Consumo e Investimento, ambos refletem uma diminuição da correlação mais acentuada. Em todas as correlações cruzadas é possível verificar que, para horizontes temporais superiores a um ano ($i > 4$), maioritariamente, os valores não são estatisticamente significativos¹⁵.

Assim, retira-se desta análise de correlações contemporâneas e cruzadas que existem correlações mais fortes e persistentes para as variáveis PIB e Consumo, em contrapartida, de correlações mais frágeis entre o Consumo e Investimento. Tal facto revela não só a forte influência do Consumo no PIB, como um baixo grau de interdependência entre as duas componentes da Procura Interna.

¹⁴ Processo que será detalhado adiante.

¹⁵ Com exceção dos valores $corr(PIB_t, CONS_{t-i})$ para $i = 10$ e 13

3.1 – Quebras de Estrutura

Uma vez que o período em análise engloba uma das principais crises verificadas em Portugal, é de esperar impactos claros das séries em estudo, nomeadamente, quebras de estrutura. Atualmente, o número de testes possíveis de quebras de estrutura no nível e/ou tendência em séries não estacionárias é abrangente, no entanto, como forma de manter o foco deste texto na temática em estudo, irá optar-se por realizar o teste às séries já diferenciadas, ou seja, será realizado o teste às primeiras diferenças das séries. O teste de Quandt-Andrews, de acordo com Quandt (1960), Andrews (1993), Andrews e Ploberger (1994) e Hansen (1997), será então realizado sob a seguinte regressão aplicada a cada série previamente filtrada de sazonalidade, logaritmicada e diferenciada:

$$y_t = c + u_t \quad (3.1)$$

Para este teste, com ponto de quebra desconhecido, a hipótese nula pressupõe a não existência de quebra de estrutura no declive da tendência da série e em caso de violação da hipótese é reportada uma data de quebra estimada. A amostra foi reduzida nos extremos de forma simétrica em 15%, para evitar a degeneração da distribuição da estatística de teste, e o teste foi realizado a um nível de significância de 5%. Os resultados do teste podem ser consultados na tabela A.2, em anexo.

Para as taxas de crescimento das variáveis PIB e Consumo, o teste indicou a rejeição da hipótese nula a 5%, sugerindo os períodos 2008Q1 e 2008Q2 como possíveis datas de quebra no declive da tendência. A estatística de teste da taxa de crescimento do Investimento não rejeitou a hipótese nula de ausência de uma possível data de quebra de estrutura, pelo que a data sugerida pelo teste não foi considerada.

Adicionalmente, dado os vários indicadores económicos positivos que se verificaram após o período de crise em Portugal, é também relevante testar a hipótese de existência de mais do que um ponto de quebra. Para isso sob a equação de teste referida anteriormente, efetuou-se o teste Bai-Perron L+1 vs L sequencial, conforme Bai e Perron (1998) e Bai e Perron (2003). Neste teste, após a deteção da primeira data de quebra, a amostra é dividida em 2 sub-amostras testando-se novamente para possíveis datas de quebra de estrutura em cada uma das sub-amostras. Para cada teste com evidência estatística capaz de rejeitar a hipótese nula repete-se o procedimento, até deixar de ser possível rejeitar hipótese nula em qualquer sub-amostra. Os resultados e valores críticos do teste foram transportados para a Tabela A.3.

Analisando os resultados do teste, estes sugerem que, para um nível de significância de 5%, ambas as séries PIB e Consumo possuem duas datas de quebra de estrutura na sua taxa de crescimento, uma primeira entre 2008Q1-2008Q2 e uma segunda entre 2012Q3-2013Q1 e que dentro desses intervalos a ordem de datas de quebra das variáveis é a mesma. Primeiro o PIB (2008Q1 e 2012Q3) e em segundo (embora próximo) o Consumo (2008Q2 e 2013Q1). No entanto, apesar do teste não ter detetado qualquer data de quebra para a taxa de crescimento do Investimento, este resultado verifica a concordância com o teste anterior.

Assim, como seria esperado as datas de quebras aqui detetadas por ambos os testes estão intrinsecamente ligadas a momentos importantes para a economia portuguesa. O período referente às primeiras quebras, 2008Q1 e 2008Q2 será devido à crise económico-financeira e o período referente a 2012Q3 a 2013Q1 resulta da presença da troika em Portugal¹⁶.

No que diz respeito a quebras de nível nas séries em estudo, torna-se especialmente relevante analisar novamente a série Investimento, uma vez que não foi detetada qualquer data de quebra de estrutura na sua taxa de crescimento. Desta forma, por inspeção visual verifica-se uma forte queda de 2010 a 2013, que coincide com a quebra na FBCF na construção, principalmente para habitação, e uma retoma desde essa data até ao momento mais recente, conforme já foi referido. No entanto, com o objetivo de esta ser uma análise breve e principalmente descritiva das séries, não se irá proceder a testes estatísticos mais elaborados para a deteção da data de quebra de nível, ficando a análise limitada à inspeção visual.

3.2 – Estacionaridade

Antes de proceder à estimação do modelo, importa ainda refletir sobre a estacionaridade das séries. Em causa está se elas podem ou não ser bem representadas por um processo estacionário em covariância. A questão é que, caso não se verifique a estacionaridade, a estimação de modelos de regressão pode levar a problemas relacionados com as propriedades dos estimadores e com a inferência estatística que, em última instância, podem invalidar os resultados obtidos.

Conforme Lopes (2015), um processo estocástico $\{y_t: t = 1, 2, \dots\}$ é estacionário em covariância quando as seguintes condições são satisfeitas:

¹⁶ Memorando de entendimento celebrado entre o Estado Português e o Fundo Monetário Internacional, Banco Central Europeu e Comissão Europeia assinado a 17 maio de 2011 com guias de política fiscal até 2014.

$$\begin{aligned}
E(y_t) &= \mu < \infty, \forall t; \\
Var(y_t) &= \sigma_y^2 < \infty, \forall t; \\
Cov(y_t, y_{t-k}) &= \gamma_k, \forall t, k.
\end{aligned}
\tag{3.2}$$

Ou seja, um processo é estacionário em covariância quando tem média e variâncias (finitas e) constantes ao longo do tempo e a covariância entre dois elementos do processo só depende da distância no tempo a que se encontram um do outro.

3.2.1 – Teste ADF

Assim, como forma de prevenir a presença de raízes unitárias nas séries em estudo (e as consequências adversas subjacentes à presença desta forma particular de não estacionaridade), efetuou-se o teste *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) para todas as variáveis depois de removida a componente de sazonalidade e efetuada a transformação logarítmica.

A metodologia apresentada para este teste segue Lopes (2015) e procura averiguar a presença de raiz unitária num processo autoregressivo genérico:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \rho_1 y_{t-1} + \rho_2 y_{t-2} + \dots + \rho_p y_{t-p} + \varepsilon_t \tag{3.3}$$

que pode ser escrito com recurso ao operador desfasamento L e após algumas transformações sobre a forma¹⁷:

$$\gamma(L)\Delta y_t = \beta_0 + \beta_1 t - \rho(1)y_{t-1} + \varepsilon_t \tag{3.4}$$

com $\gamma(L)$ e $\rho(1)$ provenientes do resultado $\rho(L) = \rho(1)L + \gamma(L)(1 - L)$ utilizado para obter a equação anterior, onde $\rho(1) = 1 - \rho_1 - \rho_2 \dots - \rho_p$. Desta forma, y_t tem uma raiz unitária quando $\rho_1 + \rho_2 + \dots + \rho_p = 1$, ou seja, $\rho(1) = 0$ e será estacionária (em tendência ou não, dependendo da necessidade de incluir o termo t) quando $\rho(1) > 0$ ($\Leftrightarrow -\rho(1) < 0 \Leftrightarrow \rho_1 + \rho_2 + \dots + \rho_p < 1$).

Introduzindo $\phi \equiv -\rho(1)$ é possível reescrever a equação a testar na forma:

$$\Delta y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \phi y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \gamma_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \tag{3.5}$$

com hipótese nula dada por $H_0: \phi = 0$ (vs. $H_1: \phi < 0$), ou seja, sob H_0 , y_t tem uma raiz unitária.

A estatística de teste a efetuar será $\tau = \frac{\hat{\phi}}{se(\hat{\phi})}$ assemelha-se com a *estatística-t* usual mas tem

¹⁷ As transformações aplicadas podem ser consultadas em detalhe em Lopes (2015), p.89-91

a particularidade da distribuição de teste não ser a usual t – *student* (ou *Normal* para o caso assintótico), mas sim a distribuição de *Dickey – Fuller* (*DF*).

Em relação ao número de defasamentos (k) a incluir na equação de teste, estes devem ser em número suficiente para permitir que o termo de erro ε_t se comporte como um processo ruído branco, ou seja, não autocorrelacionado, com média nula e variância constante para todo o t . Desta forma, o recurso aos testes de autocorrelação torna-se essencial, uma vez que um k demasiado baixo fará com que ε_t se apresente como um processo autocorrelacionado invalidando os resultados inferenciais obtidos com o ADF. Por seu lado, um k elevado levará à diminuição da potência do teste. Os métodos mais frequentemente empregues na literatura para a seleção de k são o “*general-to-specific sequential t-sig*” e os critérios de informação AIC e BIC.

A justificação para a utilização da distribuição *DF* deve-se ao facto de, sob H_0 , o processo ter uma raiz unitária o que impede que o estimador OLS tenha, assintoticamente, uma distribuição normal. As deduções destes resultados podem ser consultados em maior detalhe, por exemplo, em Hamilton (1994), onde também se apresentam as diferentes formas assumidas pela distribuição *DF*, caso o processo gerador de dados (PGD) apresente constante e/ou tendência (ou nenhuma das duas).

Em particular, é de esperar, por exemplo, que a não inclusão da constante ou da tendência, para os casos em que o PGD apresente as duas, levem a situações de rejeição de H_0 quando esta é verdadeira (i.e., aumento da dimensão do teste ou erro tipo I, para os casos onde se negligenciam termos determinísticos). E vice-versa, a seleção de constante e tendência, nos casos em que o DGP não é caracterizado por estas, conduzam a não rejeição de H_0 quando esta é falsa (i.e., diminuição da potência de teste ou erro tipo II, para os casos de sobre-parametrização da equação).

Nos casos das séries em estudo, por se tratarem de séries típicas de macroeconomia (em média e, em geral, a crescer ao longo do tempo), e após inspeção visual, foram adicionados os termos de tendência e constante à regressão auxiliar do teste ADF. Os resultados podem ser consultados na tabela A.4, para um nível de significância de 10%. De acordo com os resultados estatísticos, não se rejeita a hipótese nula da presença de uma raiz unitária em todas as séries PIB, Consumo e Investimento. Assim, decidiu-se aplicar as primeiras diferenças sobre estas 3 séries e aplicou-se novamente o teste de raiz unitária sobre as séries já diferenciadas. Como agora a hipótese nula foi rejeitada considerou-se que não há necessidade de aplicar novamente as primeiras diferenças, seguindo o raciocínio anterior.

4 – Estimação

Nesta seção e conforme será aprofundado posteriormente, procedeu-se à estimação do modelo vetorial autorregressivo, $VAR(p)$, com as três variáveis PIB, Consumo e Investimento seguida de métodos de inferência estatística para a seleção da ordem, p , do modelo e testou-se a hipótese dos resíduos estimados apresentarem propriedades típicas de um processo Ruído Branco. Após esta fase, foram analisados um conjunto de resultados provenientes da estimação do modelo VAR obtido, como as funções de resposta a impulsos (FRI), a decomposição da variância dos erros de previsão, a causalidade de Granger e as previsões geradas.

4.1 – Modelo VAR

A importância deste tipo de modelo multivariado prende-se com o facto de muitas vezes em economia o valor presente de uma variável poder ser determinado não só com base em valores passados da própria variável, mas também por valores passados de outras variáveis. Variáveis essas que são influenciadas por valores passados não só delas próprias, como também por valores passados de variáveis sobre as quais têm influência. Desta forma, e tendo presente a ideia de um sistema dinâmico de equações, prosseguiu-se à análise sobre as relações dinâmicas entre as variáveis em estudo, com recurso à estimação de um modelo vetorial autoregressivo.

Tipicamente um modelo $VAR(p)$, com p a indicar a ordem do modelo, pode ser definido como:

$$y_t = v + A_1 y_{t-1} + \dots + A_p y_{t-p} + u_t, \quad t = 1, 2, \dots \quad (4.1)$$

Onde, $y_t = (y_{1t}, \dots, y_{Kt})'$ é um vetor aleatório de dimensão K composto pelas variáveis de interesse, $A_i, i = 1, \dots, p$ é uma matriz de coeficientes ($K \times K$), $v_t = (v_1, \dots, v_K)'$ é o vetor ($K \times 1$) do termo constante e $u_t = (u_{1t}, \dots, u_{Kt})'$ representa o vetor de erros do sistema e que deverá seguir um processo Ruído Branco. Formalmente, este processo caracteriza-se pelas condições $E(u_t) = 0$, $E(u_t u_t') = \Sigma_u$ e $E(u_t u_s') = 0$ para $s \neq t$, sendo a matriz de covariâncias Σ_u simétrica e semi-definida positiva. Para este processo ser estacionário e estável, as raízes do polinómio característico inverso $|I_k - A_1 z - \dots - A_p z^p|$ devem estar fora do círculo unitário, i.e., $\det(I_k - A_1 z - \dots - A_p z^p) \neq 0$ para $|z| \leq 1$.

A estimação do modelo pode ser feita através do método dos mínimos quadrados (OLS) aplicado separadamente a cada uma das equações, uma vez que é equivalente ao método dos mínimos quadrados multivariado aplicado de forma matricial (conforme Lütkepohl, 2005) estando,

sob determinadas condições, asseguradas as propriedades assintóticas habituais e desejáveis dos estimadores OLS de v , A_i e Σ_u (consistência e normalidade assintótica).

Assim sendo, com o vetor $y_t = [CONS_t; INV_t; PIB_t]$, numa fase inicial e exploratória, estimou-se o modelo VAR(1) pelo método dos mínimos quadrados. Para os coeficientes deste modelo, nove das quinze *estatísticas - t* respeitam a condição $|t| > 1,64$, rejeitando assim a hipótese da nulidade dos parâmetros para um nível de significância de 10%, ou seja, estes nove coeficientes apresentam significância individual a 10%.

Ainda, no que diz respeito ao vetor mencionado anteriormente ($y_t = [CONS_t; INV_t; PIB_t]$), é importante explicitar as razões para a escolha desta ordenação das variáveis. Do ponto de vista económico, para a variável PIB, como valor agregador na ótica da despesa das somas das variáveis de Consumo e Investimento, faz sentido assumir que responda contemporaneamente às inovações ocorridas em ambas, o que torna o PIB a variável mais endógena do sistema. Adicionalmente, importa lembrar que apesar do valor de Consumo contemplar apenas os sectores institucionais das Administrações Públicas, Famílias e Instituições sem fins lucrativos, o valor de Investimento refere-se a todos os sectores institucionais da economia, ou seja, podem ocorrer choques no Investimento em sectores da economia não contemplados no Consumo, mas o contrário não se verifica. Desta forma, caso o Consumo sofra um choque exógeno, o conjunto de todos os sectores da economia abrangidos no Investimento será afetado, por outro lado, caso ocorra um choque exógeno no Investimento, poderá não estar diretamente relacionado com um setor do Consumo. Assim, espera-se que face a um choque no Consumo, o Investimento reaja contemporaneamente, assumindo o Consumo como a variável mais exógena do sistema. Ou seja, para efeitos da estimação do modelo pressupõe-se então a ordenação seguinte das variáveis (da mais exógena para a menos exógena): Consumo, Investimento e, finalmente, PIB.

4.1.1 – Seleção da ordem do modelo e testes de diagnóstico

Para a seleção da ordem do modelo os critérios que foram tidos em consideração neste estudo foram o *Final Prediction Error (FPE)*¹⁸ e o *Akaike's Information Criterion (AIC)*¹⁹ em simultâneo, uma vez que apresentam melhores propriedades para pequenas amostras do que os

¹⁸ $FPE(m) = \left[\frac{T+mK+1}{T-mK-1} \right]^k |\tilde{\Sigma}_u(m)|$, onde T é a dimensão da amostra, K é a dimensão do vetor de variáveis, m é o número de desfasamentos em avaliação e $\tilde{\Sigma}_u$ é a matriz de covariâncias dos resíduos.

¹⁹ $AIC(m) = \log|\tilde{\Sigma}_u(m)| + \frac{2mK^2}{T}$

critérios *Hannan-Quinn criterion (HQ)*²⁰ e *Schwarz Criterion (SC)*²¹. O critério de forma sequencial com recurso a estatísticas LR não foi adotado tendo em conta os problemas de dimensão da aplicação sequencial deste procedimento.

Para o modelo estimado inicialmente, os resultados do teste sugerem que se deva adotar um modelo com mais dinâmica ($\hat{p}_{FPE} = \hat{p}_{AIC} = 2$, conforme figura A.4.2). Como tal, procedeu-se à estimação do modelo com dois desfasamentos, $VAR(2)$, onde se verificou a manutenção dos resultados anteriores, o que indica que para efeitos de previsão e análise estrutural se deva adotar por este segundo modelo.

Tendo agora como referência o modelo $VAR(2)$, com os resultados da estimação apresentados na figura A.4.1, analisou-se a veracidade estatística da hipótese $u_t \sim RB(0, \Sigma_u)$, ou seja, se u_t segue efetivamente um processo ruído branco. Para isso, foi testada a significância conjunta das primeiras h autocorrelações de u_t com $H_0: R_h = (R_1, \dots, R_h) = 0$ vs $H_1: R_j \neq 0$, para algum $j = 1, \dots, h$. Os resultados podem ser consultados na figura A.4.3 com $h = 10$. Conclui-se que, contrariamente ao que se verificava no primeiro modelo, adicionando mais um desfasamento ao modelo, obtemos vários valores-p superiores a 0,05, verificando-se a não rejeição de H_0 . Deste modo, não há evidência estatística da presença de autocorrelação nos erros do $VAR(2)$, pelo que conjectura-se que o modelo já se encontra dinamicamente completo²². É importante referir que, apesar de serem apresentados alguns valores-p marginalmente inferiores a 0,05 ($h = 5$ e 6), não se considera este facto como um motivo suficiente para adicionar mais dinâmica no modelo, em concordância com o resultado dos testes de seleção da ordem do modelo e tendo em conta o princípio geral em séries temporais da parcimónia do modelo.

Voltando a analisar os testes de significância individual dos coeficientes agora do modelo $VAR(2)$, verificamos agora que apenas 8 das 24 *estatísticas - t* respeitam a condição $|t| > 1,64$. Assim, apesar da diminuição do número de estatísticas de teste de coeficientes que verificam

²⁰ $HQ = \log|\tilde{\Sigma}_u(m)| + \frac{2 \log \log T}{T} mK^2$

²¹ $SC = \log|\tilde{\Sigma}_u(m)| + \frac{\log T}{T} mK^2$

²² Um modelo diz-se dinamicamente completo quando a introdução de mais dinâmica não melhora o resultado da estimação. Para este caso verifica-se quando, $E(y_t | y_{t-1}, y_{t-2}) = E(y_t | y_{t-1}, y_{t-2}, y_{t-3}, \dots)$ para isso terá de se verificar que, $E(u_t | u_{t-3}, u_{t-4}, \dots) = 0$. No entanto, o contrário não será necessariamente verdadeiro e por isso os resultados que demonstram a ausência de autocorrelação dos resíduos, apenas não excluem a hipótese de que o modelo se encontre dinamicamente completo.

a rejeição da hipótese nula, optou-se por ter em consideração no restante documento o modelo $VAR(2)$ por ter tido melhor desempenho nos testes de diagnóstico²³.

Através da figura A.4.4, é possível obter as 6 raízes inversas do polinómio característico do modelo estimado dentro do círculo unitário, permitindo afirmar que o processo é estacionário. Foi ainda considerado importante acrescentar uma variável do tipo *outlier* para o período referente 2º trimestre de 2012²⁴, tendo em conta o comportamento gráfico das séries.

4.2 – Análise do modelo VAR obtido

4.2.1 – Função Resposta Impulso

O processo $VAR(p)$ apresentado anteriormente, com a condição de estabilidade satisfeita, pode também ser escrito sob a forma de um processo VMA (*Vector Moving Average*):

$$y_t = \mu + \sum_{i=0}^{\infty} \Phi_i u_{t-i} \quad (4.2)$$

, com $\sum_{i=0}^{\infty} |\Phi_i| < 0$. Desta forma, o vetor das variáveis, y_t , fica expresso apenas em função do vetor das inovações passadas e presentes, u_{t-i} , e do termo de média, μ . O método de obtenção desta representação pode ser consultado, por exemplo, em Hamilton (1994).

Esta representação é útil pois revela como o valor atual de cada variável depende do acumular de choques passados e presentes não só da própria variável, mas também das outras variáveis do sistema. Assim, torna-se possível analisar a reação de uma variável face a choques exógenos sobre a própria e sobre as outras variáveis. No entanto, para avaliar as alterações contemporâneas e futuras de uma variável face a choques sobre as outras variáveis é conveniente garantir que os erros são independentes entre si ou, pelo menos, não correlacionados entre si. Deve-se então reescrever a representação VMA em função de erros ortogonais entre si, o que se fará com recurso à decomposição de Cholesky, com o resultado seguinte:

$$y_t = \mu + \sum_{i=0}^{\infty} \Phi_i P P^{-1} u_{t-i} = \mu + \sum_{i=0}^{\infty} \Theta_i \omega_{t-i} \quad (4.3)$$

Com $\Theta_i = \Phi_i P$ e $\omega_{t-i} = P^{-1} u_{t-i}$, garantindo-se assim que $\Sigma_{\omega} = P^{-1} \Sigma_u (P^{-1})' = I_K$ e, conseqüentemente, as componentes de ω_{t-i} são ortogonais entre si (conforme Hamilton (1994),

²³ Para o teste de seleção de ordem do modelo é apenas apresentado um output de resultados, uma vez que a diferença entre os dois modelos reside apenas na sua ordem, o que torna os resultados do teste exatamente os mesmos para os dois modelos.

²⁴ Foi também tido em conta o 1º trimestre de 2009 como possível *outlier* a incluir no modelo, no entanto a sua introdução levou à rejeição nos testes de diagnóstico e por esse motivo não consta no modelo.

que também especifica os elementos da matriz P). As Funções de Resposta a Impulsos Ortogonais (FRI Ortogonais) apresentadas na Figura 3 resultam das representações gráficas de cada elemento $\hat{\theta}_{jk}$, da matriz $\hat{\theta}_i$ (ou seja, das estimativas da matriz θ_i) para diferentes períodos, com um horizonte temporal de 12 desfasamentos (3 anos) onde, para um determinado horizonte temporal (i), cada elemento, $\hat{\theta}_{jk}$, representa a forma como a variável j reage a um impulso de ω_k , ou seja, a um choque exógeno e isolado na variável k equivalente a um desvio-padrão (σ_{ω_k}).

Também é possível representar as respostas acumuladas ou totais de cada variável a um determinado impulso sobre a própria ou sobre as outras variáveis. Para isso, basta aplicar a fórmula seguinte:

$$\sum_{i=0}^h \theta_{jk,i} \tag{4.4}$$

As representações gráficas de cada uma destas somas para $j, k = 1,2,3$, para o horizonte temporal considerado, serão denominadas de Funções da Resposta Cumulativa a Impulsos Ortogonais (FRI Ortogonais Cumulativas).

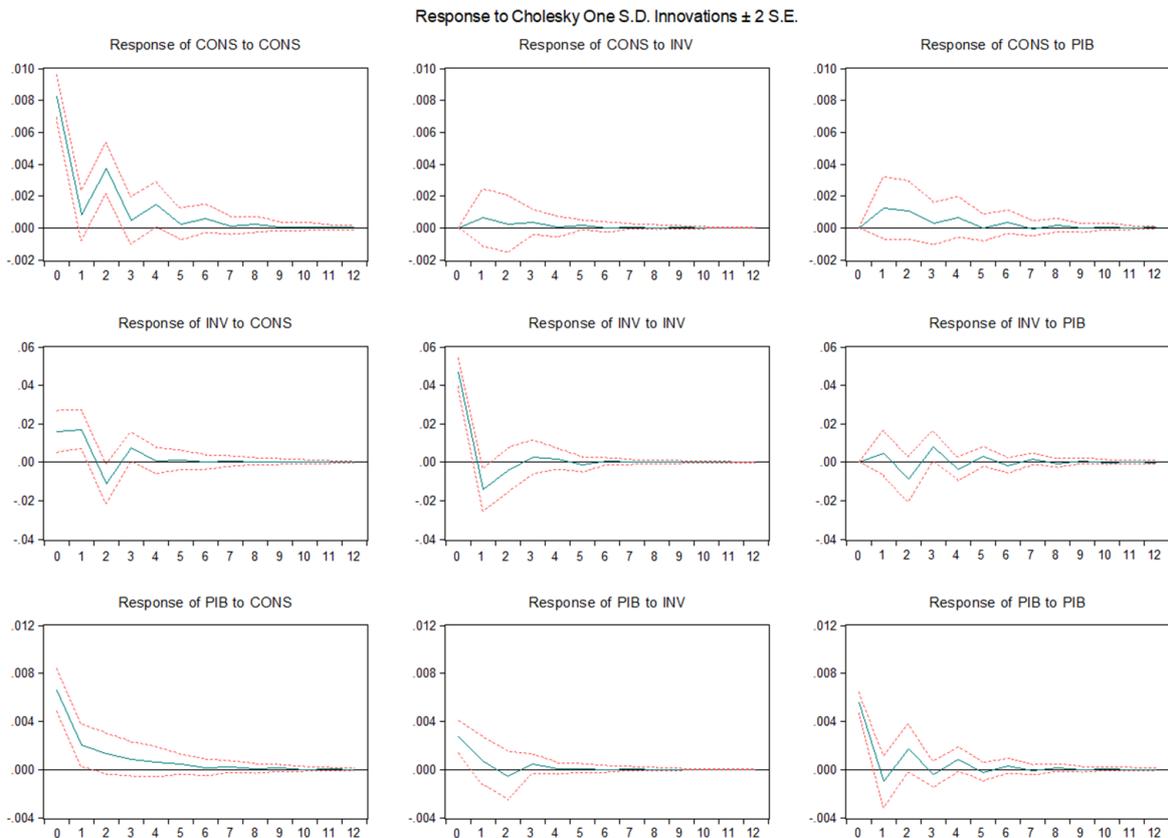


Figura 3 - Funções de Resposta a Impulsos Ortogonais

Analisando primeiro a FRI Ortogonal com os respetivos intervalos de confiança para a variável Consumo, constata-se que a resposta a um choque da própria variável terá valores superiores aos de uma resposta fruto de um choque noutra variável. E que particularmente face a um choque na variável Investimento, a resposta da variável Consumo será residual.

Por outro lado, a forma como a variável Investimento reage a choques no Consumo é bastante relevante. Uma vez que, apresenta valores consideráveis até o horizonte temporal de 3 trimestres. Incluindo o valor para o horizonte temporal de 2 trimestres, apesar de apresentar um valor negativo.

Analisando os choques do Investimento sobre a própria variável, estes indicam que, contemporaneamente, um choque terá um forte impacto positivo, mas após 1 trimestre apresentará um considerável impacto negativo, que evoluirá para um impacto residual após 3 trimestres. Demonstrando assim que, excluindo a reação contemporânea, o Investimento aparenta reagir de forma mais elevada a choques no Consumo do que na própria variável.

Relativamente aos choques do PIB sobre a variável Investimento, este aparenta reagir de forma menos relevante, comparativamente a choques do Consumo ou do próprio Investimento. Sendo que, em sentido inverso o mesmo se verifica, ou seja, o valor da resposta do PIB face a um choque no Investimento regista sempre valores de baixa magnitude.

Ainda relativamente às respostas da variável PIB, face a choques do Consumo e do próprio PIB é possível referir que os valores mais elevados dizem respeito às respostas contemporâneas, com a diferença das respostas face a um choque no Consumo apresentarem uma incorporação suave do choque, e as respostas face a um choque do PIB apresentarem uma maior amplitude de valores.

Considerando agora as FRIs Ortogonais Cumulativas e analisando os efeitos dos choques nas três variáveis, a Figura 4 ilustra na primeira linha de gráficos a resposta total do Consumo face a choques de diferentes tipologias. O primeiro gráfico demonstra que um choque no Consumo tende a aumentar o Consumo durante um ano (4 trimestres) sendo que, a partir daí, o efeito fica praticamente dissipado. Choques no Investimento ou no PIB, para além de originarem reações de menor magnitude sobre o Consumo, tendem a ter efeitos relevantes durante períodos mais curtos (2 ou 3 trimestres).

No acumular de efeitos no Investimento face a diferentes tipos de choques são visíveis os efeitos negativos do primeiro e segundo trimestres constatados na FRI Ortogonal, com decréscimos das FRIs cumulativas nesses períodos.

As respostas acumuladas do PIB face a choques demonstram a sua variação positiva face a choques das suas componentes, conforme seria esperado.

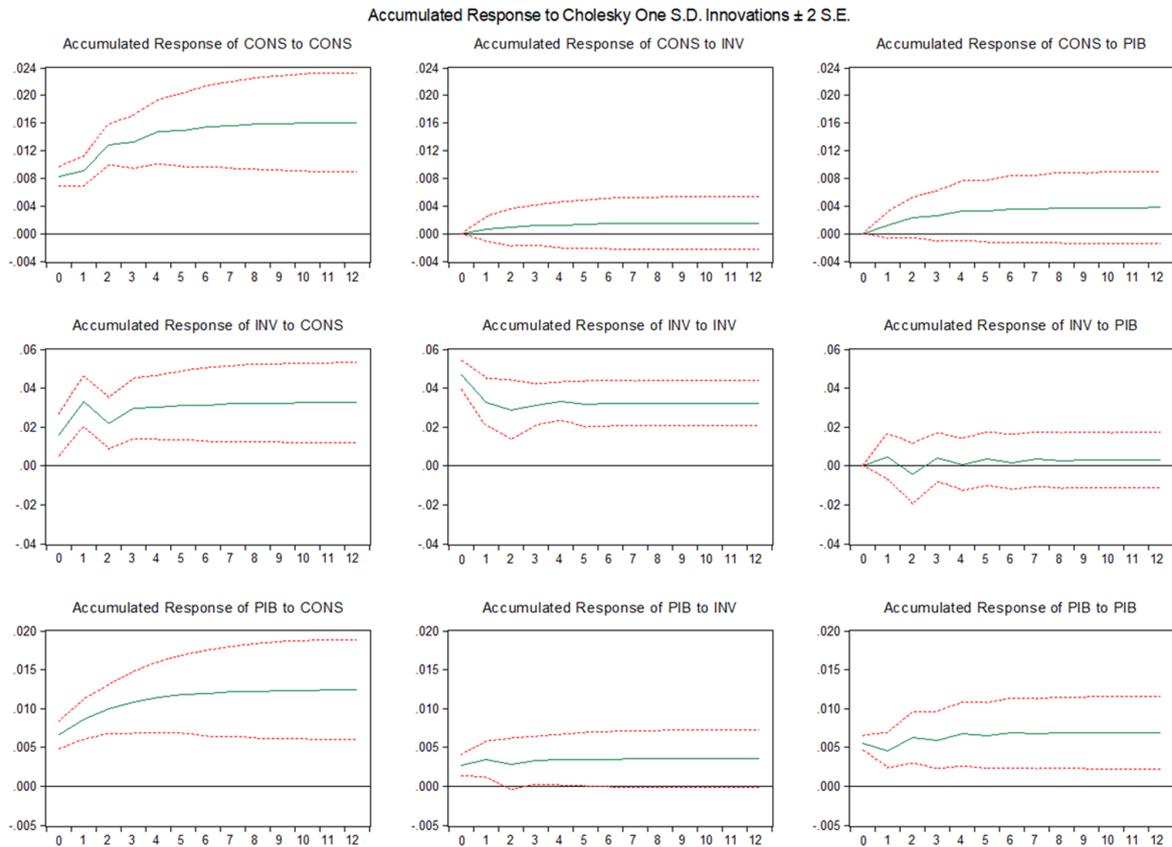


Figura 4 - Funções de Resposta a Impulsos Ortogonais Cumulativas

Face à FRI Ortogonal obtida inicialmente, poderá ainda ser interessante averiguar, por exemplo, se o impacto no PIB ($j = 3$) de um choque correspondente a um desvio padrão de ω_{kt} no Investimento ($k = 2$) ou no Consumo ($k = 1$) é relevante para qualquer horizonte temporal. Essa premissa pode ser testada com:

$$H_0: \theta_{3k,i} = 0, k = 1, 2, i = 0, 1, \dots, p(K - 1) \text{ vs } H_1: \theta_{3k,i} \neq 0 \quad (4.5)$$

De acordo com Lütkepohl (2005), estamos perante o caso $j > k$, com região crítica dada por: $\left| \sqrt{T} \frac{\hat{\theta}_{3k,i}}{\hat{\sigma}_{\hat{\theta}_{3k,i}}} \right| > z_{\left(\frac{\gamma}{2(pK-p+1)}\right)}$ para $i \in \{0, 2, \dots, p(K - 1)\}$. Com $p = 2$ e $K = 3$, o teste foi realizado para $i \in \{0, 1, 2, 3, 4\}$ com uma significância conjunta²⁵ de $1\% \times 5 = 5\%$. Como se comprova pelos resultados da tabela A.7 em anexo, os valores da estatística de teste para quase todos os horizontes temporais são suficientemente elevados para rejeitar a hipótese nula, existindo

²⁵ Seria possível construir testes formais de significância conjunta. No entanto, devido à complexidade de cálculo da matriz de covariâncias da distribuição assintótica conjunta, optou-se pelo método de testes individuais.

evidência estatística de que choques exógenos no Consumo ou no Investimento produzem alterações relevantes no PIB. A exceção é feita na resposta do PIB face a um choque no Investimento para um horizonte temporal de 4 trimestres, que apesar de não rejeitar a hipótese nula a um nível de significância individual de 1%, o valor da estatística de teste seria suficientemente elevado para rejeitar a hipótese nula com um nível de significância de 5%. Desta forma, os resultados aparentam corroborar a expectativa de que a série PIB é sensível a choques (ortogonais) no Investimento e no Consumo.

De forma geral e reproduzindo a análise feita à sensibilidade do PIB face a choques, para o Consumo (tabela A.5) e para o Investimento (tabela A.6) consta-se ainda que ambas respondem de forma relevante a choques de outras variáveis, i.e., ambas as variáveis possuem valores de estatística de teste capazes de rejeitar H_0 em pelo menos metade dos horizontes temporais considerados para cada teste.

Assim, é possível afirmar que ambas as FRI (Ortogonal e Ortogonal Cumulativa) permitem confirmar a prevalência de respostas maioritariamente com sinal positivo face a choques sobre todas as variáveis, em consonância com a teoria económica, e até quantificar esses efeitos.

4.2.2 – Decomposição da Variância

Um segundo resultado que o modelo VAR pode oferecer é a decomposição da variância dos erros de previsão. Para isso, a representação VMA com erros ortogonais entre si permite calcular a proporção da variância do erro da previsão de uma variável que pode ser explicada por choques sobre ela própria ou sobre as restantes variáveis. Dessa forma, com recurso à representação VMA com erros ortogonais, obtém-se o erro de previsão h -passos à frente:

$$u_t(h) = y_{t+h} - y_t(h) = \sum_{i=0}^{h-1} \theta_i \omega_{t+h-i} \quad (4.6)$$

Através desta obtém-se, para um sistema de 3 variáveis, a variância do erro de previsão h -passos à frente, por exemplo, da primeira variável, dada por:

$$\sigma_1^2(h) = (\theta_{11,0}^2 + \dots + \theta_{11,h-1}^2) + (\theta_{12,0}^2 + \dots + \theta_{12,h-1}^2) + (\theta_{13,0}^2 + \dots + \theta_{13,h-1}^2) \quad (4.7)$$

Após a estimação da equação anterior é possível obter a percentagem da variância do Erro Quadrático Médio (EQM) de previsão atribuída aos choques ortogonais de cada variável. Por exemplo, a percentagem variância do erro de previsão da primeira variável atribuída a choques na segunda variável pode ser representada por: $\frac{(\theta_{12,0}^2 + \dots + \theta_{12,h-1}^2)}{\sigma_1^2(h)}$.

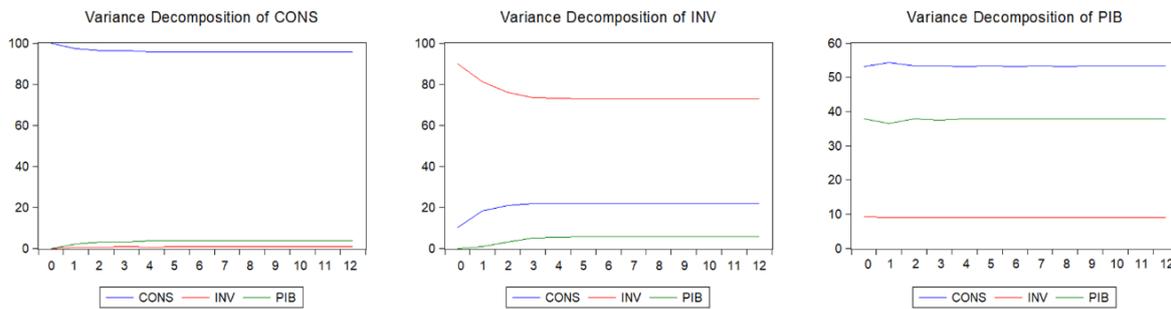


Figura 5 - Decomposição da Variância

A Figura 5 foi gerada dessa forma para todas as variáveis e com $h_{máx} = 12$. Para a variável Consumo, é possível identificar que para $h = 0$ a variância é explicada quase a 100% através da própria variável e à medida que a h aumenta, essa percentagem mantém-se em valores bastante elevados e próximos de 100%. No Investimento, é novamente a própria variável que regista os valores mais elevados, sendo que os valores dos choques sobre o Consumo também apresentam valores relevantes. Para o PIB, a variável a registar valores mais altos para todos os horizontes temporais é o Consumo, superior até aos valores do próprio PIB. Isto significa que enquanto a maior parte das percentagens das variâncias do erro de previsão do Consumo e do Investimento é atribuída aos choques sobre as próprias variáveis, no PIB a maior percentagem da variância dos seus erros de previsão é atribuída aos choques sobre o Consumo.

4.2.3 – Causalidade de Granger

Um outro estudo que é possível realizar com o modelo VAR é o da causalidade de Granger que consiste em apurar se um determinado grupo de variáveis tem influência no desempenho de previsões de uma outra variável. Do ponto de vista metodológico, conforme Lütkepohl (2005), repartem-se as variáveis presentes no vetor y_t em 2 conjuntos de variáveis, com o intuito de averiguar se um conjunto de variáveis auxilia na previsão do outro. Para o caso em estudo, o vetor y_t é constituído apenas por 3 variáveis e procurou-se testar, por exemplo, se o EQM da previsão de PIB para o período $t + h$ baseado na informação até ao período t das 3 variáveis seria inferior ao EQM da previsão baseada apenas na informação disponível até ao período t do próprio PIB. Formalizando:

$$EQM[E(PIB_{t+h} | CONS_t, CONS_{t-1}, \dots, INV_t, INV_{t-1}, \dots, PIB_t, PIB_{t-1}, \dots)] < EQM[E(PIB_{t+h} | PIB_t, PIB_{t-1}, \dots)] \quad (4.8)$$

Caso esta condição seja verdadeira, é possível então afirmar que o Consumo e o Investimento causam à Granger o PIB (para todo o h). Em sentido contrário, para que esta

condição seja falsa é necessário que os blocos correspondentes aos coeficientes das variáveis Consumo e Investimento na equação do PIB sejam nulos. No caso do modelo VAR considerado, temos:

$$H_0: A_{lc,i} = 0 \text{ vs } H_1: A_{lc,i} \neq 0, \quad l = 3, \quad c = 1,2, \quad i = 1, \dots, p \quad (4.9)$$

Assim, será aplicado um teste de nulidade conjunta dos coeficientes com a estatística de Wald. Os valores críticos são obtidos com a distribuição de qui-quadrado com um número de graus de liberdade equivalente ao número de restrições impostas pelo teste (neste caso 4, uma vez que, $df = p * c = 2 \times 2$). Adicionalmente, foram realizados mais dois testes para além do anterior, para que também fosse possível verificar se o Consumo e o PIB causam à Granger o Investimento e se o Investimento e o PIB causam à Granger o Consumo. Os resultados podem ser consultados na figura A.4.5, de onde se conclui que apenas o conjunto de variáveis PIB e Consumo causam à Granger o Investimento. Não obstante, desta forma de definir a relação entre duas variáveis estar confinada ao desempenho preditivo do modelo, não se encontra evidência estatística de que os 2 conjuntos de variáveis contendo o Investimento sejam capazes de originar causalidade de Granger.

4.2.4 – Previsão

Após a análise dos resultados do modelo VAR, procedeu-se a análise de desempenho das previsões geradas por este. Para isso, foram obtidas previsões a partir dos dois modelos VAR estimados anteriormente e também a partir de outros dois métodos: abordagem ARIMA e método de Holt-Winters na forma multiplicativa sem sazonalidade.

Para a comparação de desempenhos dos diferentes modelos, foram estimadas previsões para as três séries em estudo e foram considerados dois períodos de previsão. Um contendo apenas o ano de 2018 (4 trimestres) e outro contendo os anos de 2017 e 2018 (8 trimestres). Os critérios adotados para a análise das previsões foram a Raiz do Erro Quadrático Médio (REQM), o Erro Absoluto Médio (EAM) e o Erro Absoluto Médio Percentual (EAMP).

Foram também realizados exercícios com previsões estáticas e dinâmicas. As previsões estáticas resultam de aumentos sucessivos da amostra de treino de forma a que as previsões sejam obtidas recursivamente apenas um passo à frente. As previsões dinâmicas fixam a amostra de treino e obtêm previsões para os diferentes períodos da amostra de previsão com base na mesma amostra de treino e, por isso, são previsões com horizontes diferentes.

4.2.4.1 – ARIMA

Um dos métodos de previsão utilizados recorreu aos modelos Autoregressivos e de Médias Móveis Integrados (ARIMA) que constituem uma importante classe de modelos lineares em séries temporais. Formalmente, um modelo $ARIMA(p, d, q)$ pode ser descrito por:

$$(1 - \phi_1 L - \dots - \phi_p L^p)(1 - L)^d Y_t = \phi_0 + (1 - \theta_1 L - \dots - \theta_q L^q) \varepsilon_t \quad (4.10)$$

, onde $(1 - L)^d Y_t$ com $d \geq 1$ define a série estacionária depois de diferenciada d vezes, ϕ_1, \dots, ϕ_p definem os parâmetros da componente autorregressiva do modelo e $\theta_1, \dots, \theta_q$ definem os parâmetros da componente de médias móveis.

Para este exercício de previsões, procurou obter-se para cada uma das séries um modelo ARIMA bem ajustado aos dados. Para isso, e tendo presente análise de estacionaridade feita anteriormente neste estudo, definiu-se $d = 1$ para todas as séries e após inspeção visual teve-se ainda em conta várias datas como *outliers*. Para a definição das ordens p e q foi usado o critério de informação AIC com $p_{max} = 2$ e $q_{max} = 2$, com vista à obtenção de modelos mais simples. Após a seleção do modelo que otimiza o AIC, foi testada a presença de autocorrelação nos erros, através do teste de *Ljung-Box*, e de normalidade dos erros, através do teste de *Jarque-Bera*, e em caso de rejeição de uma hipótese nula de qualquer um dos testes, o modelo foi desconsiderado e

foi adotado o modelo seguinte sugerido pelo AIC. O procedimento foi sendo repetido até a obtenção de um modelo que não rejeitasse ambas as hipóteses nulas. Após este procedimento, os modelos finais estimados para as variáveis Consumo, Investimento e PIB foram (1,1,2), (2,1,2) e (2,1,2), respetivamente.

4.2.4.2 – Holt-Winters

Um outro método de previsão adotado foi o método de alisamento exponencial de Holt-Winters, proposto inicialmente por Holt (1957) e conforme Caiado (2011), que na forma multiplicativa e sem componente sazonal²⁶ obtém previsões a h passos à frente através de estimativas de α e β que minimizem os erros de previsão através do seguinte sistema de equações:

$$\begin{aligned} P_{t+h} &= a_t + b_t h, h = 1, 2, \dots \\ a_t &= \alpha Y_t + (1 - \alpha)(a_{t-1} + b_{t-1}), 0 < \alpha < 1 \\ b_t &= \beta(a_t - a_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}, 0 < \beta < 1 \end{aligned} \quad (4.11)$$

4.2.4.3 – Resultados de Previsão

Desta forma, os resultados obtidos através dos 4 modelos para as duas amostras de teste e para os 2 tipos de previsões podem ser consultados nas tabelas A.8 e A.9. Analisando os desempenhos das previsões por variável, constatam-se no Consumo diferenças mínimas dos resultados entre as metodologias aplicadas. No entanto, tendo como referência as variáveis Investimento e PIB, os modelos do tipo ARIMA e Holt-Winters apresentam claramente uma superioridade dos desempenhos preditivos face aos modelos do tipo VAR.

Destaca-se ainda que, devido ao facto dos modelos do tipo ARIMA possuírem mais variáveis do tipo *outliers*, a comparação face aos modelos do tipo VAR poderá não ser direta. Este número superior de *outliers* nos modelos do tipo ARIMA foi necessário para a validação dos testes de ausência de autocorrelação e de normalidade dos resíduos. O que, comparativamente a modelos do tipo ARIMA sem variáveis do tipo *outliers*, origina previsões com desvios menores uma vez que, remover *outliers* equivale a remover os valores mais díspares da série.

²⁶ Por motivos de coerência entre os métodos aplicados, foi adotada a forma sem a componente sazonal às séries previamente filtradas de sazonalidade.

5 – Análise dos resultados obtidos

As alterações de cada uma das variáveis em estudo são relevantes para a análise de comportamento de todas as variáveis. O documento permitiu verificar que até alterações no Investimento, que é a variável com menos impacto no sistema (até pelo seu menor valor absoluto), são relevantes para a evolução das restantes variáveis.

A metodologia aplicada começou pela identificação das séries em estudo como $I(1)$, procedendo-se à diferenciação das séries. Conforme mencionado, optou-se por uma abordagem às raízes unitárias das séries realizada de forma simples tendo em vista o foco no principal objetivo do tema, deixando a oportunidade para futuro de uma abordagem mais detalhada com recurso a testes de raiz unitária com quebras de estrutura, por exemplo.

Após a diferenciação das séries, procedeu-se à estimação do modelo VAR. Optou-se por considerar para a análise do documento um modelo com menor percentagem de coeficientes de significância individual capazes de rejeitar a hipótese nula, como forma de melhorar o desempenho dos testes de diagnóstico. Neste segundo modelo, o teste de seleção da ordem do modelo é coerente com a ordem estimada e o teste de ausência de autocorrelação nos resíduos aparenta rejeitar a sua presença, o que indica um bom ajustamento do modelo aos dados. Apesar do critério *Schwarz Criterion* propor uma ordem do modelo ($p = 1$) diferente da utilizada na versão final, os resultados dos testes de autocorrelação dos resíduos em conjunto com todos os outros critérios torna claro a opção por um modelo com mais dinâmica.

Foi ainda adicionado ao modelo o *outlier* referente ao 2º trimestre de 2012, com recurso a inspeção visual, por este período representar um valor negativo relevante nas 3 variáveis, uma vez que, em simultâneo se verificam fortes diminuições em várias componentes do Investimento (como a FBCF em construção ou a FBCF em Outra Maquinaria e Equipamento) e em componentes do Consumo (como a despesa das Famílias em bens não duradouros²⁷), que conseqüentemente se refletem no PIB.

Para as datas de quebra de estrutura estimadas, não existiu concordância numa única data para as três séries, o que na tentativa de estimação do modelo com essas datas como *outliers* resultou em variáveis não significativas e resultados dos testes de diagnóstico não satisfatórios e por esses motivos não foram adotadas.

²⁷ Conforme INE (2012)

Tendo em consideração as respostas das variáveis a choques (FRI Ortogonal e Ortogonal Cumulativa), verificou-se que caso esse choque ocorra no Consumo terá um forte impacto em todas as variáveis. Isto significa que, caso ocorra uma alteração significativa no Consumo, quer seja por via do Consumo Privado (por alteração do rendimento disponível das famílias, das expectativas de consumo ou da taxa de poupança), quer seja por via do Consumo Público (por alterações na aquisição de bens e serviços ou por transferências sociais em espécie para as famílias²⁸) as séries do PIB e Investimento terão também alterações significativas no mesmo sentido²⁹.

Por outro lado, o Investimento foi a variável que apresentou os valores em absoluto mais elevados de respostas face a choques. Esta constatação através das FRIs seria algo esperado por intuição económica, e pelo seu valor elevado de variância, pois a despesa em FBCF quer seja afeta a despesa das Famílias, quer seja a despesa das Sociedades não Financeiras, ao contrário por exemplo do Consumo, possui um elevado grau de sensibilidade a vários fatores externos para a sua realização.

Ainda, todas as séries aparentam incorporar de forma significativa qualquer tipo de choque ao fim de 1 ano (4 trimestres). A partir desse horizonte temporal os valores registados na FRI Ortogonal são consecutivamente valores mínimos. Verificando assim que face a qualquer tipo de Inovação não será expectável, que num período superior a um ano, a resposta a essa inovação ainda seja considerável. A inferência sobre a FRI Ortogonal permitiu ainda concluir que não existe nenhuma variável que não seja sensível a choques de outra variável.

Com a interpretação dos resultados da decomposição da variância, é possível verificar que a variável Consumo apresenta um papel relevante na interpretação de qualquer variável no sistema, o que corrobora a interpretação anterior da sensibilidade de todas as séries em relação ao Consumo. Os resultados obtidos na análise comprovam também a importância das variáveis Consumo e Investimento na explicação da variância dos erros de previsão do PIB, reforçando a ideia destacada na secção de contexto histórico deste texto, onde se evidencia a forte relação entre o comportamento da Procura Interna (principalmente do Consumo) e do PIB português.

Os resultados obtidos com recurso aos testes de causalidade de Granger não foram capazes de verificar a causalidade a partir de grupos de variáveis contendo o Investimento. Em particular, verificou-se apenas causalidade de Granger do grupo de variáveis PIB e Consumo para

²⁸ Ocorrem quando o Estado paga a fornecedores bens e serviços usufruídos pelas famílias, um exemplo dessas transferências são os passes sociais das empresas de transporte coletivo.

²⁹ Com exceção do impacto negativo no Investimento de uma inovação no Consumo após 2 trimestres.

o Investimento. Este resultado transmite a ideia de que, apesar das variáveis PIB e Consumo auxiliarem na previsão do Investimento, não é possível melhorar a previsão de valores do PIB ou do Consumo com recurso à variável Investimento. O que, embora não invalide a relação causal entre as variáveis, esta não se revela forte o suficiente para melhorar desempenhos preditivos.

Aliás, a análise dos resultados das previsões corrobora essa ideia de fragilidade do modelo no contexto preditivo, pois apesar de resultados não muito distintos de outros modelos, estes revelam-se sempre inferiores em termos de desempenhos, face às alternativas mais simples que têm em conta apenas a própria variável objeto da previsão.

6 – Conclusão

Este trabalho procurou estabelecer as relações entre a Procura Interna e a Produção de bens e serviços da economia portuguesa. O nível de Produção de bens e serviços de um país é, em termos económicos e sociais, altamente relevante por se tratar de um valor agregador síntese do comportamento global da economia e por ser bastante importante para os agentes económicos em termos da formação das suas expectativas futuras sobre a economia. É um indicador fundamental tanto para o desenho de políticas macroeconómicas (como a fiscal, orçamental, monetária, entre outras), como também para as decisões microeconómicas (que podem ter em conta, por exemplo, expectativas do consumidor, nível de vida ou a produtividade). Por seu lado, a Procura Interna, principalmente para Portugal, apresenta-se não só como a maior percentagem da Procura Global do país, como as suas alterações se refletem facilmente nas variações do nível de Produção de bens e serviços.

Neste trabalho, com recurso a um modelo VAR para dados registados em Portugal, pretendeu-se quantificar as relações dinâmicas entre o PIB e as componentes da Procura Interna, Consumo e Investimento, e estudar não só de que forma o comportamento da Procura Interna é determinante para a formação do PIB, como também de que maneira o PIB afeta o comportamento da própria Procura Interna. Finalmente, para as componentes da Procura Interna, também se estudou interdependência entre as duas. Foi encontrada evidência de interações relevantes entre todas estas variáveis conforme a teoria económica, o que demonstra a ligação explicitada na seção de Enquadramento entre os sectores da economia abrangidos por estas variáveis. Relativamente ao Investimento, apesar de representar um valor em percentagem do PIB baixo na economia portuguesa, o próprio PIB revela-se também sensível a alterações que aí se possam verificar. Não obstante, a abordagem aqui adotada para a obtenção de previsões por via do modelo VAR revelou-se ainda incapaz de substituir metodologias mais simples.

Dado o grande impacto verificado de um choque no Consumo nas outras variáveis e o menor impacto no sentido inverso, sugere-se, como oportunidade futura de investigação, que se analisem modelos econométricos dinâmicos envolvendo outras variáveis como o rendimento disponível das famílias (afetado, por exemplo, pela carga fiscal ou pela taxa de poupança) uma vez que esta possui forte impacto no Consumo Privado. Também se sugere a incorporação de variáveis de política orçamental (como o saldo orçamental ou a dívida pública, sensíveis a variáveis de política monetária como a taxa de juro) por estarem fortemente relacionadas com o Consumo Público.

Ainda para um trabalho futuro, poderá também ser interessante a aplicação do mesmo tipo de modelo a diferentes países de forma a permitir uma comparação das reações de diferentes economias face a um choque na sua componente de Investimento, por exemplo.

7 – Bibliografia

- Andrews, D. W. (1993). Tests for Parameter Instability and Structural Change With Unknown Change. *Econometrica*, 821-856.
- Andrews, D. W., & Ploberger, W. (1994). Optimal Tests When a Nuisance Parameter Is Present Only under the Alternative. *Econometrica*, vol. 62, issue 61, 1383-1414.
- Bai, J., & Perron, P. (1998). ESTIMATING AND TESTING LINEAR MODELS WITH MULTIPLE STRUCTURAL CHANGES. *Econometrica*, 47-78.
- Bai, J., & Perron, P. (2003). Computation and Analysis of Multiple Structural Change Models. *Journal of Applied Econometrics*, 72-78.
- Caiado, J. (2011). *Métodos de Previsão em Gestão com Aplicações em Excel*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series With a Unit Root. *Journal of the American Statistical Association*, 74, 427-431.
- Eurostat. (2013). *European System of Accounts 2010*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Eurostat. (2015). *ESS guidelines on seasonal adjustment*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Eurostat. (14 de 10 de 2020). *Quality of Life*. Obtido de <https://ec.europa.eu/eurostat/web/quality-of-life/>
- Gómez, V., & Maravall, A. (1997). *Programs TRAMO (Time Series Regression with ARIMA Nois, Missing Observations and Outliers) and SEATS (Signal Extraction in ARIMA Time Series) Instructions for the user (Beta version: Junio1997)*. Spain.
- Hamilton, J. (1994). *Time Series Analysis*. Princeton University Press.
- Hansen, B. E. (1997). Approximate Asymptotic P Values for Structural-Change Tests. *Journal of Business and Economic Statistics*, 15(1), 60-67.
- Holt, C. C. (1957). *Forecasting seasonal and trends by exponentially weighted moving averages*. Office of Naval Research, Research Memorandum No 57.
- Instituto Nacional de Estatística. (2010). *Contas Nacionais Trimestrais e Anuais Preliminares (Base 2000) - 4º Trimestre de 2009 e Ano 2009*. Destaque à Comunicação Social, Lisboa.
- Instituto Nacional de Estatística. (2012). *Contas Nacionais Trimestrais Por Setor Institucional (Base 2006) - 2º trimestre de 2012*. Destaque à Comunicação Social, Instituto Nacional de Estatística, Lisboa.
- Instituto Nacional de Estatística. (2018). *Como se calcula o PIB?* Departamento de Contas Nacionais, Lisboa.
- Lopes, A. S. (2015). *Raízes Unitárias - Uma Introdução*. ISEG - UL.

Lütkepohl, H. (2005). *New Introduction To Multiple Time Series Analysis*. Berlin: Springer.

Quandt, R. E. (1960). Tests of the Hypothesis That a Linear Regression System Obeys Two Separate Regimes. *Journal of the American Statistical Association*, 55(290), 324-330.

Santos, J., Pina, Á., Braga, J., & Aubyn, M. S. (2010). *Macroeconomia*. Lisboa: Escolar Editora.

A – Anexos

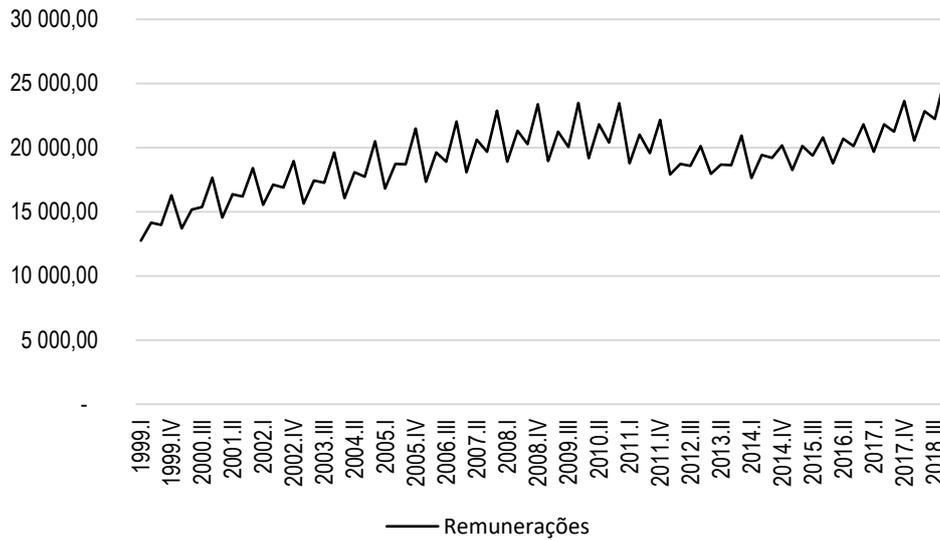


Figura A.2. 1 - Remunerações Recebidas Pelos Setores Institucionais Das Famílias E Das Instituições Sem Fins Lucrativos

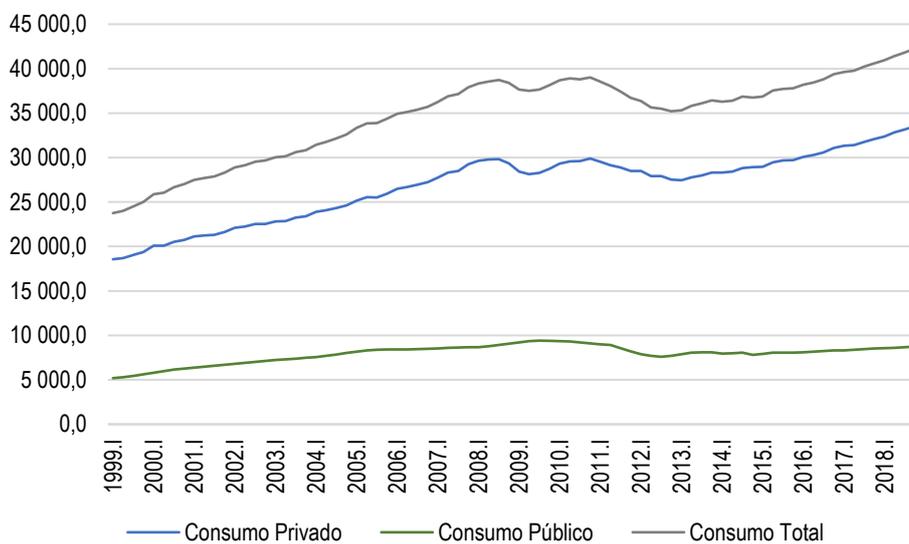


Figura A.2. 2 - Consumo Total, Consumo Privado e Consumo Público

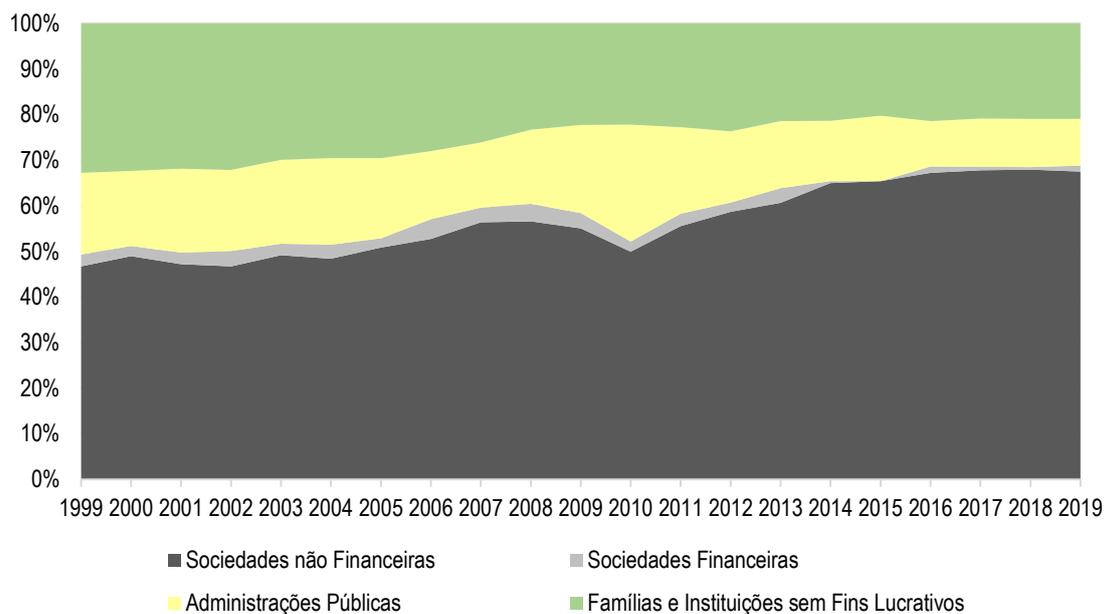


Figura A.2. 3 - Formação Bruta de Capital por Sector Institucional

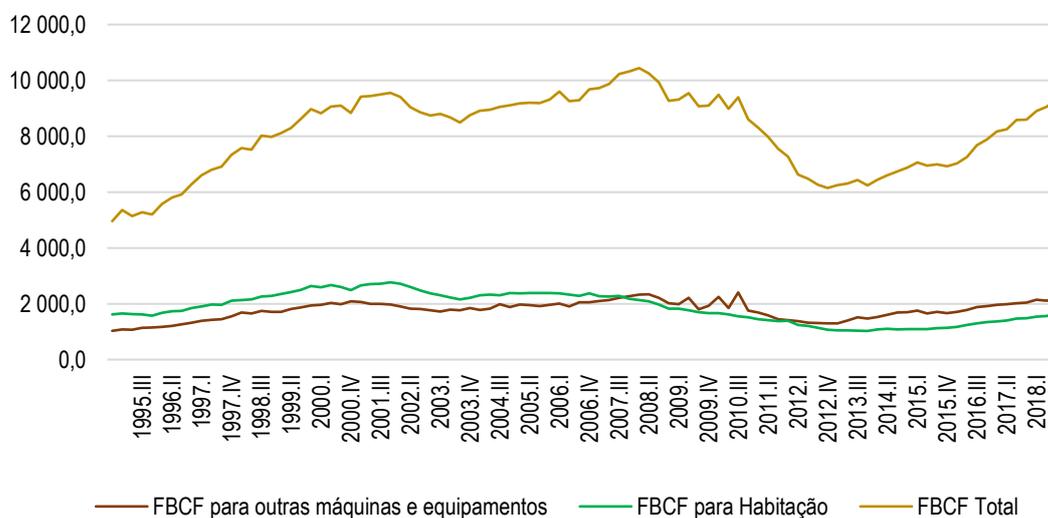


Figura A.2. 4 - FBCF, FBCF para Habitação e FBCF para outras maquinarias e equipamentos

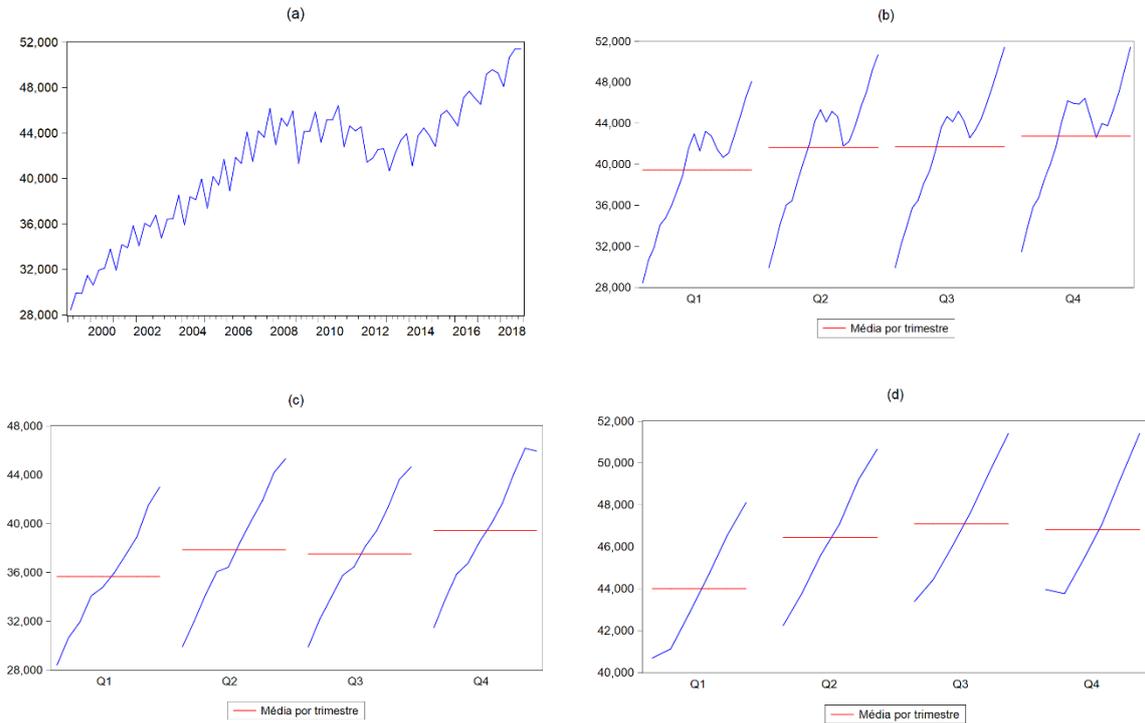


Figura A.3. 1 - Produto Interno Bruto: dados originais (a); gráfico sazonal (b); gráfico sazonal do período 1999Q1 - 2008Q4 (c); gráfico sazonal do período 2013Q1 - 2018Q4 (d).

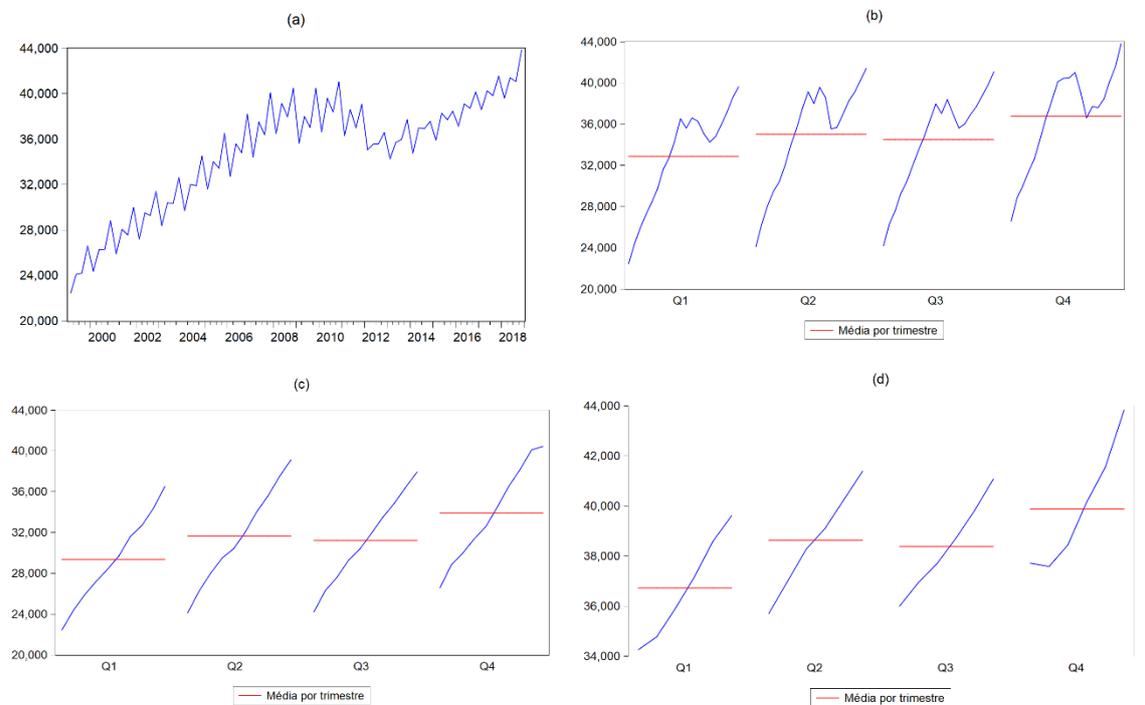


Figura A.3. 2 - Consumo: dados originais (a); gráfico sazonal (b); gráfico sazonal do período 1999Q1 - 2008Q4 (c); gráfico sazonal do período 2013Q1 - 2018Q4 (d).

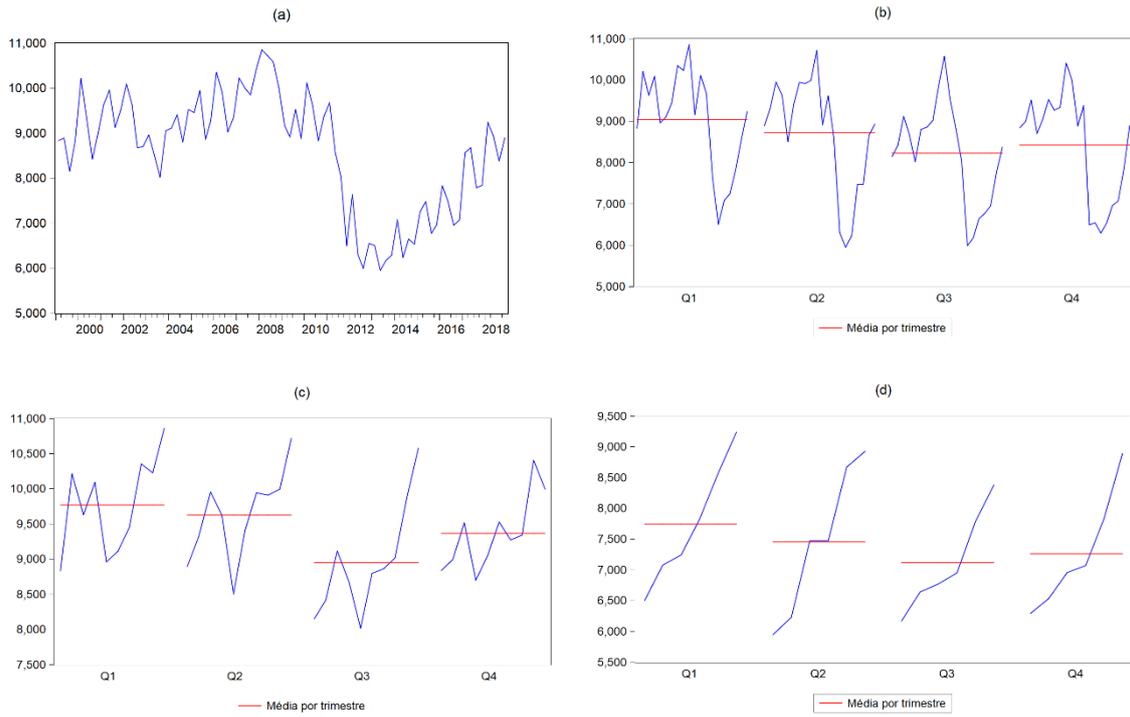


Figura A.3. 3 - Investimento: dados originais (a); gráfico sazonal (b); gráfico sazonal do período 1999Q1 - 2008Q4 (c); gráfico sazonal do período 2013Q1 - 2018Q4 (d).

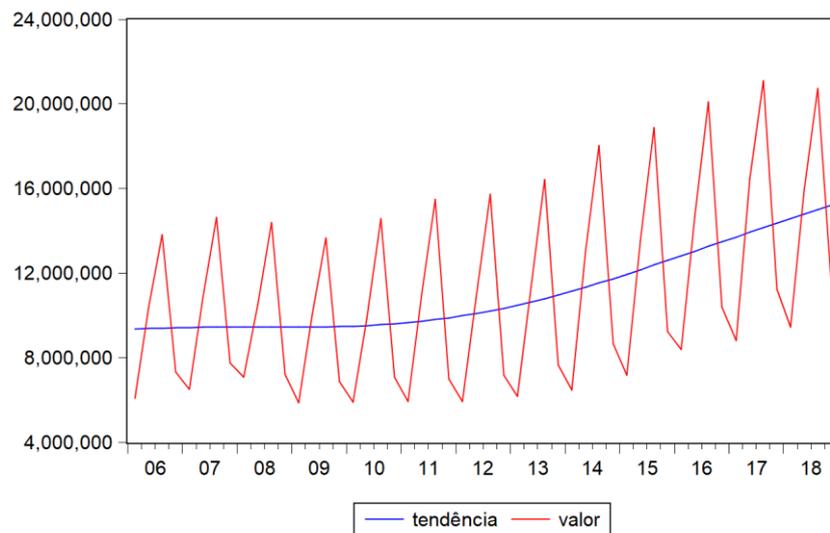


Figura A.3. 4 - Proveitos totais do turismo.

<i>Estadística</i>	<i>Período</i>	Consumo	Investimento	PIB
<i>média</i>	T	0,008	0,000	0,008
	t1	0,015	0,003	0,012
	t2	-0,006	-0,026	-0,005
	t3	0,008	0,013	0,008
<i>desvio padrão</i>	T	0,066	0,083	0,045
	t1	0,074	0,069	0,049
	t2	0,076	0,108	0,050
	t3	0,043	0,086	0,034
<i>mínimo</i>	T	-0,128	-0,212	-0,106
	t1	-0,109	-0,115	-0,071
	t2	-0,128	-0,212	-0,106
	t3	-0,081	-0,127	-0,067
<i>máximo</i>	T	0,097	0,192	0,073
	t1	0,097	0,145	0,073
	t2	0,089	0,162	0,066
	t3	0,065	0,192	0,063

Valores apresentados nas primeiras diferenças dos logaritmos; Períodos definidos para T = [1999Q1 - 2018Q4], t1 = [1999Q1 - 2008Q4], t2 = [2009Q1 - 2012Q4], t3 = [2013Q1 - 2018Q4].

Tabela A. 1 - Estatísticas descritivas

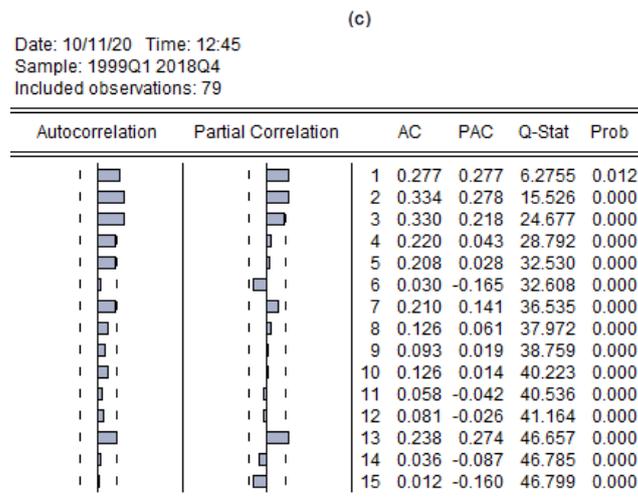
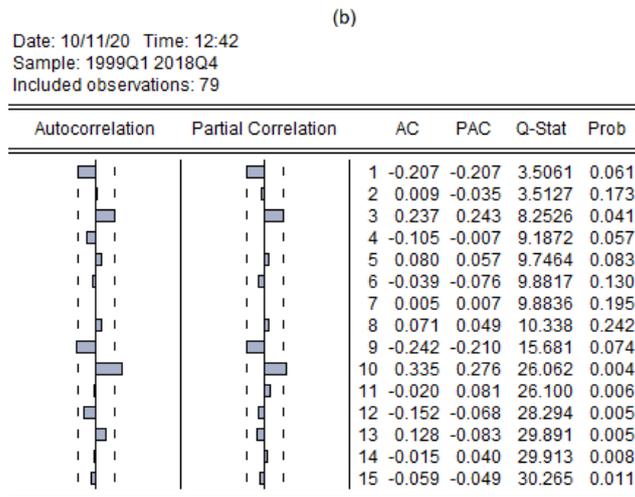
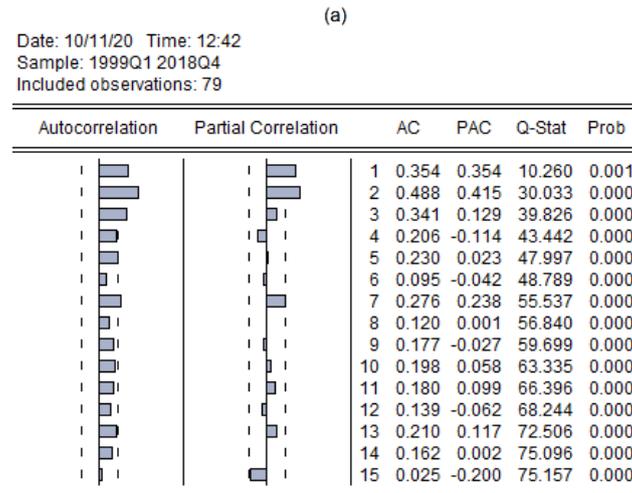


Figura A.3. 5 - Funções de Autocorrelação e Autocorrelação Parciais: Consumo (a); Investimento (b); PIB (c).

Date: 10/13/20 Time: 10:33
 Sample: 1999Q1 2018Q4
 Included observations: 79
 Correlations are asymptotically consistent approximations

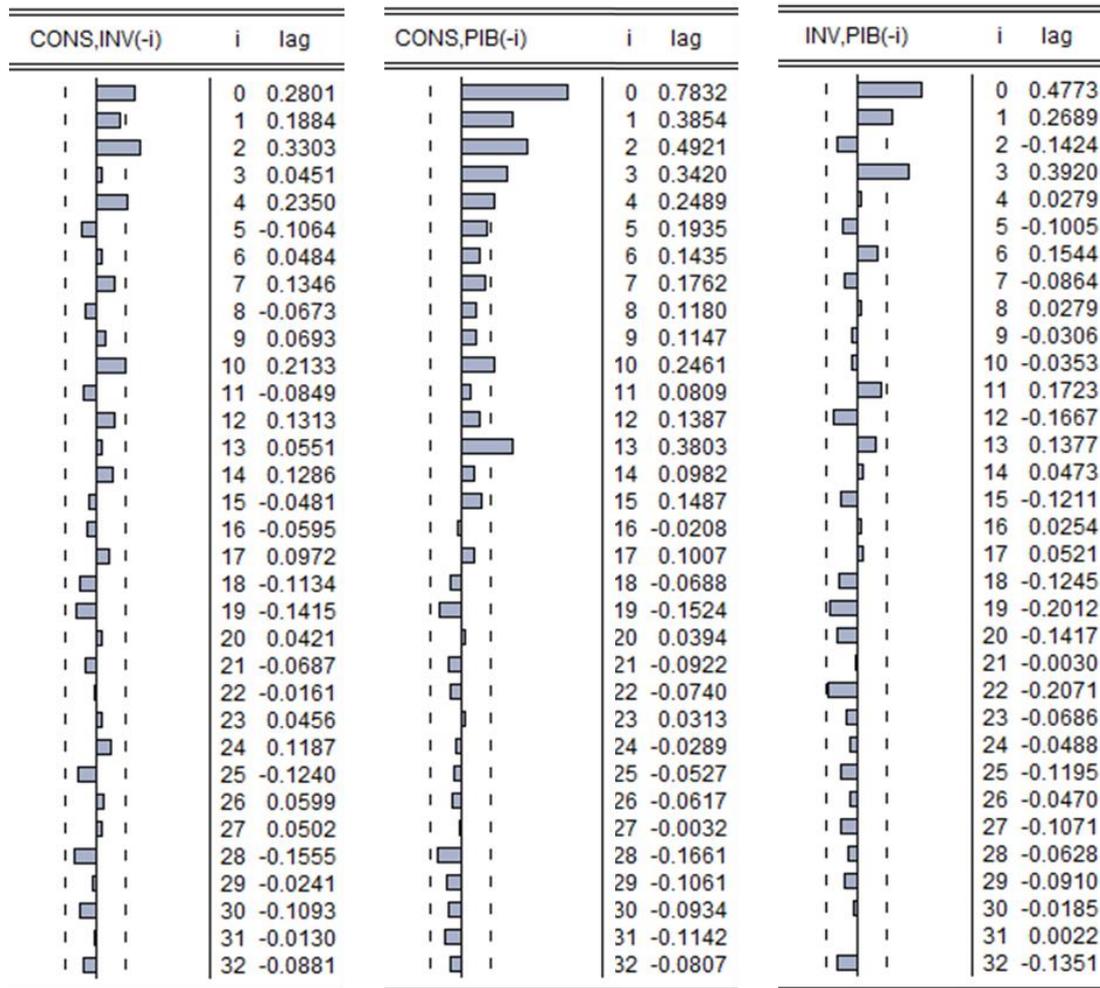


Figura A.3. 6 - Correlograma entre Consumo e Investimento, Consumo e PIB e Investimento e PIB

Variáveis	Supremo LR F	Valor-p	Data de Quebra
Consumo	26,0596	0,0000	2008Q2
PIB	16,38561	0,0013	2008Q1
Investimento	3,324492	0,4896	2013Q3

Tabela A. 2 - Teste de Quandt-Andrews.

Variáveis	Partição do Teste	Estatística-F	Valor Crítico	Data de Quebra
Consumo	0 vs. 1 *	26,0596	8,58	2008Q2
	1 vs. 2 *	21,34809	10,13	2013Q1
	2 vs. 3	2,061185	11,14	n.a.
PIB	0 vs. 1 *	16,38561	8,58	2008Q1
	1 vs. 2 *	18,58314	10,13	2012Q3
	2 vs. 3	3,583728	11,14	n.a.
Investimento	0 vs. 1	3,324492	8,58	n.a.

*valor da estatística de teste superior ao valor crítico

Tabela A. 3 - Teste Bai-Perron L+1 vs. L

Variáveis*	Estatística de teste	valor-p	Ordem de Integração
Consumo	-1.967754	0.6092	1
Investimento	-1.907262	0.6414	1
PIB	-1.746921	0.7208	1
DConsumo	-3.185269	0.0951	0
DInvestimento	-10.34763	0.0000	0
DPIB	-6.888608	0.0000	0

*variáveis logaritmizadas e filtradas de sazonalidade

Tabela A. 4 - Teste Dickey-Fuller Aumentado (ADF)

(a)

Sample (adjusted): 1999Q3 2018Q4
 Included observations: 78 after adjustments
 Standard errors in () & t-statistics in []

	CONS	INV	PIB
CONS(-1)	0.067735 (0.15271) [0.44355]	1.454242 (0.85269) [1.70548]	0.421570 (0.14958) [2.81840]
INV(-1)	0.028478 (0.02131) [1.33664]	-0.366574 (0.11896) [-3.08139]	0.039212 (0.02087) [1.87900]
PIB(-1)	0.194009 (0.17356) [1.11782]	1.083973 (0.96909) [1.11855]	-0.234886 (0.17000) [-1.38171]
C	0.006049 (0.00135) [4.49435]	-0.016481 (0.00752) [-2.19303]	0.006108 (0.00132) [4.63294]
OUTLIER	-0.049735 (0.00967) [-5.14458]	-0.063180 (0.05398) [-1.17046]	-0.040763 (0.00947) [-4.30499]
R-squared	0.382105	0.266946	0.342773
Adj. R-squared	0.348248	0.226778	0.306761
Sum sq. resids	0.006142	0.191494	0.005893
S.E. equation	0.009173	0.051217	0.008984
F-statistic	11.28578	6.645840	9.518184
Log likelihood	257.8444	123.6975	259.4626
Akaike AIC	-6.483189	-3.043527	-6.524683
Schwarz SC	-6.332118	-2.892456	-6.373612
Mean dependent	0.007299	0.000745	0.006995
S.D. dependent	0.011362	0.058246	0.010791
Determinant resid covariance (dof adj.)		6.67E-12	
Determinant resid covariance		5.47E-12	
Log likelihood		679.3371	
Akaike information criterion		-17.03428	
Schwarz criterion		-16.58107	

(b)

Sample (adjusted): 1999Q4 2018Q4
 Included observations: 77 after adjustments
 Standard errors in () & t-statistics in []

	CONS	INV	PIB
CONS(-1)	-0.080806 (0.15159) [-0.53304]	2.098195 (0.90950) [2.30698]	0.339700 (0.16641) [2.04134]
CONS(-2)	0.229000 (0.14918) [1.53511]	0.521524 (0.89499) [0.58272]	0.001309 (0.16376) [0.00799]
INV(-1)	0.000552 (0.02198) [0.02513]	-0.351492 (0.13187) [-2.66541]	0.024914 (0.02413) [1.03253]
INV(-2)	-0.011705 (0.02270) [-0.51561]	-0.141740 (0.13620) [-1.04066]	-0.016920 (0.02492) [-0.67897]
PIB(-1)	0.220729 (0.17527) [1.25940]	0.813872 (1.05152) [0.77400]	-0.179390 (0.19240) [-0.93240]
PIB(-2)	0.249864 (0.17532) [1.42522]	-1.574339 (1.05182) [-1.49677]	0.184062 (0.19245) [0.95640]
C	0.003369 (0.00142) [2.36683]	-0.011010 (0.00854) [-1.28933]	0.004931 (0.00156) [3.15567]
OUTLIER	-0.047275 (0.00934) [-5.06252]	-0.106184 (0.05603) [-1.89528]	-0.041372 (0.01025) [-4.03586]
R-squared	0.516629	0.351334	0.360591
Adj. R-squared	0.467591	0.285528	0.295724
Sum sq. resids	0.004708	0.169449	0.005673
S.E. equation	0.008260	0.049556	0.009067
F-statistic	10.53534	5.338884	5.558887
Log likelihood	264.2836	126.3236	257.1030
Akaike AIC	-6.656717	-3.073339	-6.470207
Schwarz SC	-6.413205	-2.829827	-6.226694
Mean dependent	0.007116	0.000739	0.006870
S.D. dependent	0.011320	0.058628	0.010804
Determinant resid covariance (dof adj.)		4.67E-12	
Determinant resid covariance		3.36E-12	
Log likelihood		689.3589	
Akaike information criterion		-17.28205	
Schwarz criterion		-16.55151	

Figura A.4. 1 - Resultados de estimação do modelo VAR: com 1 desfasamento (a) e com 2 desfasamentos (b)

VAR Lag Order Selection Criteria
 Endogenous variables: CONS INV PIB
 Exogenous variables: C OUTLIER
 Date: 10/12/20 Time: 18:38
 Sample: 1999Q1 2018Q4
 Included observations: 69

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	576.0786	NA	1.34e-11	-16.52402	-16.32975	-16.44694
1	599.4872	43.42460	8.82e-12	-16.94166	-16.45598*	-16.74897
2	616.0244	29.23971	7.10e-12*	-17.16013*	-16.38305	-16.85183*
3	624.5645	14.35731	7.23e-12	-17.14680	-16.07831	-16.72289
4	626.8392	3.626311	8.87e-12	-16.95186	-15.59197	-16.41235
5	637.6864	16.34940	8.53e-12	-17.00540	-15.35411	-16.35028
6	650.5351	18.24896*	7.78e-12	-17.11696	-15.17426	-16.34623
7	658.7458	10.94756	8.19e-12	-17.09408	-14.85998	-16.20774
8	662.2886	4.415675	9.96e-12	-16.93590	-14.41039	-15.93395
9	665.3996	3.606908	1.24e-11	-16.76521	-13.94829	-15.64764
10	674.5789	9.844446	1.32e-11	-16.77040	-13.66208	-15.53723

* indicates lag order selected by the criterion

LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)

FPE: Final prediction error

AIC: Akaike information criterion

SC: Schwarz information criterion

HQ: Hannan-Quinn information criterion

Figura A.4. 2 - Resultado do teste de seleção de ordem do modelo

(a)

VAR Residual Portmanteau Tests for Autocorrelations
 Null Hypothesis: no residual autocorrelations up to lag h
 Date: 10/14/20 Time: 13:08
 Sample: 1999Q1 2018Q4
 Included observations: 78

Lags	Q-Stat	Prob.	Adj Q-Stat	Prob.	df
1	6.027360	NA*	6.105638	NA*	NA*
2	25.98199	0.0021	26.58539	0.0016	9
3	39.65066	0.0023	40.80080	0.0016	18
4	45.05273	0.0161	46.49488	0.0112	27
5	62.55448	0.0040	65.19538	0.0021	36
6	77.23558	0.0020	81.09991	0.0008	45
7	83.08056	0.0067	87.52115	0.0026	54
8	91.14858	0.0117	96.51123	0.0042	63
9	105.8326	0.0058	113.1106	0.0014	72
10	124.2223	0.0014	134.2046	0.0002	81

*The test is valid only for lags larger than the VAR lag order.
 df is degrees of freedom for (approximate) chi-square distribution
 *df and Prob. may not be valid for models with exogenous variables

(b)

VAR Residual Portmanteau Tests for Autocorrelations
 Null Hypothesis: no residual autocorrelations up to lag h
 Date: 10/12/20 Time: 18:42
 Sample: 1999Q1 2018Q4
 Included observations: 77

Lags	Q-Stat	Prob.	Adj Q-Stat	Prob.	df
1	3.324054	NA*	3.367792	NA*	NA*
2	6.371749	NA*	6.496758	NA*	NA*
3	15.63617	0.0749	16.13676	0.0641	9
4	23.12623	0.1858	24.03724	0.1538	18
5	38.78006	0.0663	40.77814	0.0433	27
6	51.01880	0.0498	54.05114	0.0271	36
7	53.61960	0.1773	56.91202	0.1097	45
8	60.04811	0.2659	64.08586	0.1637	54
9	71.42661	0.2182	76.97035	0.1110	63
10	82.89041	0.1787	90.14515	0.0728	72

*The test is valid only for lags larger than the VAR lag order.
 df is degrees of freedom for (approximate) chi-square distribution
 *df and Prob. may not be valid for models with exogenous variables

Figura A.4. 3 - Resultado do teste de Portmanteau de autocorrelação dos resíduos do modelo VAR: com 1 desfasamento (a) e com 2 desfasamentos (b)

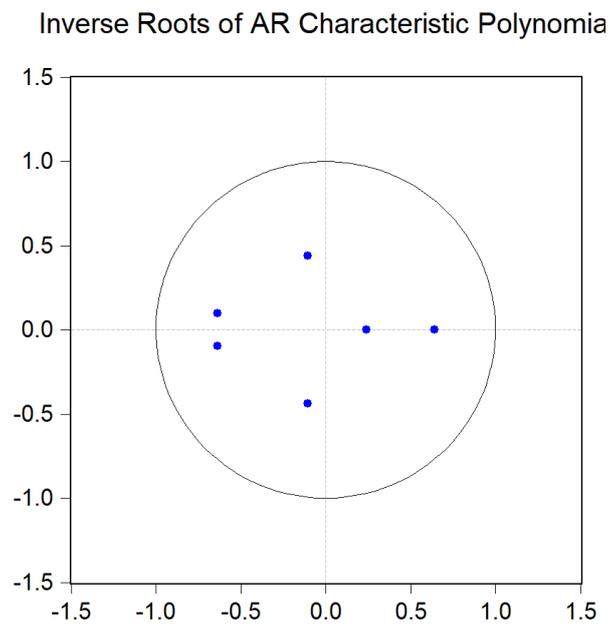


Figura A.4. 4 - Círculo unitário e raízes inversas do polinómio característico

i	CONS (k=1)			INV (k=2)			PIB (k=3)		
	est. teste	valor crítico	resultado	est. teste	valor crítico	resultado	est. teste	valor crítico	resultado
0	111,00	3,9	rej H0	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
1	8,98	3,9	rej H0	6,19	3,9	rej H0	11,21	3,9	rej H0
2	41,98	3,9	rej H0	2,25	3,9	não rej H0	10,69	3,9	rej H0
3	5,50	3,9	rej H0	7,98	3,9	rej H0	3,59	3,9	não rej H0
4	18,57	3,9	rej H0	0,92	3,9	não rej H0	9,39	3,9	rej H0

Tabela A. 5 - Efeito no Consumo face ao choque de um desvio padrão das variáveis

i	CONS (k=1)			INV (k=2)			PIB (k=3)		
	est. teste	valor crítico	resultado	est. teste	valor crítico	resultado	est. teste	valor crítico	resultado
0	25,75	3,9	rej H0	111,00	3,9	rej H0	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>	<i>n.a.</i>
1	29,73	3,9	rej H0	23,03	3,9	rej H0	6,91	3,9	rej H0
2	18,90	3,9	rej H0	6,20	3,9	rej H0	13,10	3,9	rej H0
3	17,69	3,9	rej H0	5,55	3,9	rej H0	17,81	3,9	rej H0
4	1,20	3,9	não rej H0	5,60	3,9	rej H0	10,66	3,9	rej H0

Tabela A. 6 - Efeito no Investimento face ao choque de um desvio padrão das variáveis

i	CONS (k=1)			INV (k=2)			PIB (k=3)		
	est. teste	valor crítico	resultado	est. teste	valor crítico	resultado	est. teste	valor crítico	resultado
0	66,73	3,9	rej H0	36,49	3,9	rej H0	111,00	3,9	rej H0
1	20,48	3,9	rej H0	6,09	3,9	rej H0	8,32	3,9	rej H0
2	13,77	3,9	rej H0	4,88	3,9	rej H0	15,36	3,9	rej H0
3	10,82	3,9	rej H0	10,26	3,9	rej H0	6,76	3,9	rej H0
4	8,87	3,9	rej H0	2,63	3,9	não rej H0	14,28	3,9	rej H0

Tabela A. 7 - Efeito no PIB face ao choque de um desvio padrão das variáveis

VAR Granger Causality/Block Exogeneity Wald Tests

Date: 10/12/20 Time: 19:36

Sample: 1999Q1 2018Q4

Included observations: 77

Dependent variable: CONS

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
INV	0.339037	2	0.8441
PIB	2.553953	2	0.2789
All	3.278206	4	0.5124

Dependent variable: INV

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
CONS	5.323828	2	0.0698
PIB	4.661787	2	0.0972
All	24.56959	4	0.0001

Dependent variable: PIB

Excluded	Chi-sq	df	Prob.
CONS	4.403365	2	0.1106
INV	2.595107	2	0.2732
All	6.615287	4	0.1577

Figura A.4. 5 - Resultados do teste de causalidade de Granger

Consumo	Estática			Dinâmica		
	RMSE	MAE	MAPE	RMSE	MAE	MAPE
VAR(1)	0,0058	0,0038	42,3813	0,0063	0,0043	52,7278
VAR(2)	0,0059	0,0044	51,1210	0,0062	0,0044	53,4320
H-W	0,0064	0,0052	38,0583	0,0089	0,0072	52,6259
ARIMA	0,0047	0,0043	37,6081	0,0080	0,0070	54,1348

Investimento	Estática			Dinâmica		
	RMSE	MAE	MAPE	RMSE	MAE	MAPE
VAR(1)	0,0399	0,0344	912,3994	0,0400	0,0313	1395,8430
VAR(2)	0,0383	0,0323	318,4307	0,0383	0,0307	1226,6840
H-W	0,0393	0,0320	237,8848	0,0449	0,0349	100,9581
ARIMA	0,0273	0,0260	241,0560	0,0242	0,0220	147,8321

PIB	Estática			Dinâmica		
	RMSE	MAE	MAPE	RMSE	MAE	MAPE
VAR(1)	0,0021	0,0020	24,0187	0,0024	0,0021	27,9782
VAR(2)	0,0024	0,0019	24,3385	0,0023	0,0018	22,6705
H-W	0,0015	0,0012	12,2301	0,0018	0,0016	15,5728
ARIMA	0,0018	0,0017	17,8152	0,0033	0,0030	30,1030

Tabela A. 8 - Resultado de previsões para o período 2018Q1-2018Q4

Consumo	Estática			Dinâmica		
	RMSE	MAE	MAPE	RMSE	MAE	MAPE
VAR(1)	0,0051	0,0035	37,3663	0,0048	0,0033	39,8581
VAR(2)	0,0048	0,0036	40,6878	0,0048	0,0034	39,7293
H-W	0,0048	0,0036	38,0583	0,0048	0,0033	26,4207
ARIMA	0,0050	0,0047	55,4983	0,0055	0,0041	42,0045

Investimento	Estática			Dinâmica		
	RMSE	MAE	MAPE	RMSE	MAE	MAPE
VAR(1)	0,0505	0,0429	833,7733	0,0483	0,0392	1234,2840
VAR(2)	0,0494	0,0378	1756,5870	0,0489	0,0396	2354,3010
H-W	0,0523	0,0430	237,8848	0,0498	0,0398	120,7850
ARIMA	0,0416	0,0360	624,1855	0,0421	0,0336	136,7014

PIB	Estática			Dinâmica		
	RMSE	MAE	MAPE	RMSE	MAE	MAPE
VAR(1)	0,0025	0,0020	26,9136	0,0026	0,0021	26,4085
VAR(2)	0,0025	0,0020	27,1384	0,0025	0,0020	24,9718
H-W	0,0023	0,0017	12,2301	0,0038	0,0034	36,9720
ARIMA	0,0017	0,0015	16,3812	0,0016	0,0013	13,2718

Tabela A. 9 - Resultado de previsões para o período 2017Q1-2018Q4