

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA  
DO RIO DE JANEIRO



**Eduarda Assis Ribeiro Schmidt**

**Matrícula: 1710190**

**VOLATILIDADE DO MERCADO ACIONÁRIO E  
PREVISÕES DA ATIVIDADE ECONÔMICA BRASILEIRA**

**Monografia de Final de Curso**

Orientador: Prof. Marco Cavalcanti

**Departamento de Economia**

Rio de Janeiro

Junho de 2021



**Eduarda Assis Ribeiro Schmidt**

**Matrícula: 1710190**

**VOLATILIDADE DO MERCADO ACIONÁRIO E  
PREVISÕES DA ATIVIDADE ECONÔMICA BRASILEIRA**

**Monografia de Final de Curso**

Orientador: Prof. Marco Cavalcanti

**Departamento de Economia**

Declaro que esse trabalho é de minha autoria e que não recorri para realizá-lo, a nenhuma forma de ajuda externa, exceto quando autorizado pelo professor tutor.

Rio de Janeiro

Junho de 2021

As opiniões expressas nesse trabalho são de responsabilidade única e exclusiva do autor.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador Marco Cavalcanti, pela orientação, apoio e incentivo ao longo de todo tempo, sem os quais o trabalho não seria o mesmo.

À minha família, especialmente aos meus pais, Angela e Bernardo, e ao meu irmão Pedro, que me sempre me apoiaram.

Aos meus amigos de curso, que acompanharam e apoiaram durante todos os anos de faculdade.

Por fim, aos meus chefes e amigos nos meus estágios, no IBRE e na Órama, que me ensinaram muito além da faculdade e contribuíram profissional e pessoalmente para meu desenvolvimento.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>7</b>
<b>MOTIVAÇÃO</b> .....	<b>8</b>
<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>10</b>
<b>DADOS</b> .....	<b>13</b>
I. Dados Macroeconômicos .....	14
II. Dados Financeiros .....	16
<b>MÉTODO</b> .....	<b>20</b>
<b>MODELOS</b> .....	<b>23</b>
I. PIB Total.....	24
II. PIB Industrial.....	26
III. PIB de Serviços.....	27
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>28</b>
I. PIB Total.....	28
II. PIB Industrial.....	32
III. PIB de Serviços.....	35
<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>37</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>39</b>
<b>ANEXO</b> .....	<b>43</b>

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1:** Variação Interanual PIB Indústria, PIB Serviços e PIB total por trimestre desde março de 2000 a dezembro de 2020. Elaboração Própria, 2021. Dados: SIDRA/IBGE.....9

**Figura 2:** Variação Interanual PIB Total e Volatilidade IBovespa por trimestre desde março de 2000 a dezembro de 2020. Elaboração Própria, 2021. Dados: SIDRA/IBGE e B3 .....10

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Soma dos Erros Quadráticos para os Períodos de Anos de Crise para o PIB Total, Projeções de 2008 a 2020.....	29
<b>Tabela 2:</b> Soma dos Erros Quadráticos para os Períodos de Anos de Crise para o PIB Total, Projeções de 2015 a 2020.....	30
<b>Tabela 3:</b> DM Teste e Combination Test do PIB Total por período comparando com o Modelo 2 .....	31
<b>Tabela 4:</b> Soma dos Erros Quadráticos para os Períodos de Anos de Crise para o PIB Industrial, Projeções de 2008 e 2020 .....	33
<b>Tabela 5:</b> Soma dos Erros Quadráticos para os Períodos de Anos de Crise para o PIB Industrial, Projeções de 2015 e 2020 .....	34
<b>Tabela 6:</b> DM Teste e Combination Test para PIB Industrial por período comparando com o Modelo 14.....	34
<b>Tabela 7:</b> Soma dos Erros Quadráticos para os Períodos de Anos de Crise para o PIB de Serviços, Projeções de 2015 e 2020.....	36
<b>Tabela 8:</b> Erro Quadrático por Período com Projeções entre 2008 e 2020 para o PIB Total .....	43
<b>Tabela 9:</b> Erro Quadrático por Período com Projeções entre 2015 e 2020 para o PIB Total .....	45
<b>Tabela 10:</b> Erro Quadrático por Período com Projeções entre 2008 e 2020 para o PIB Industrial .....	46
<b>Tabela 11:</b> Erro Quadrático por Período com Projeções entre 2015 e 2020 para o PIB Industrial .....	48

<b>Tabela 12:</b> Erro Quadrático por Período com Projeções entre 2015 e 2020 para o PIB de	
Serviços .....	49



## INTRODUÇÃO

O presente trabalho busca entender como a volatilidade do mercado acionário pode contribuir para a previsão da atividade econômica no Brasil, em especial para momentos de recessão econômica. A estimação dos modelos foi feita através de modelos de estrutura ARMA e ARMAX (modelo ARMA com uso de variável exógena) para a atividade total e desagregada, olhando para o PIB Industrial e o PIB de Serviços.

Em momentos de recessão econômica temos, em geral, modelos mais falhos, devido ao grande efeito dos choques exógenos. Dessa forma, o objetivo do trabalho é buscar uma forma mais precisa de prever a atividade econômica em momentos de recessão. Essa relação já foi observada em outros países do mundo, como sugerem algumas evidências na literatura, exemplificado em Chauvet et al. (2015), Christiano et al. (2014) e Campbell et al. (2001).

O trabalho será dividido em três principais seções: uma revisão bibliográfica, uma análise dos dados utilizados e um estudo sobre os ganhos de capacidade preditiva com o uso de volatilidade, através de modelos Auto-Regressivos de Média Móvel.

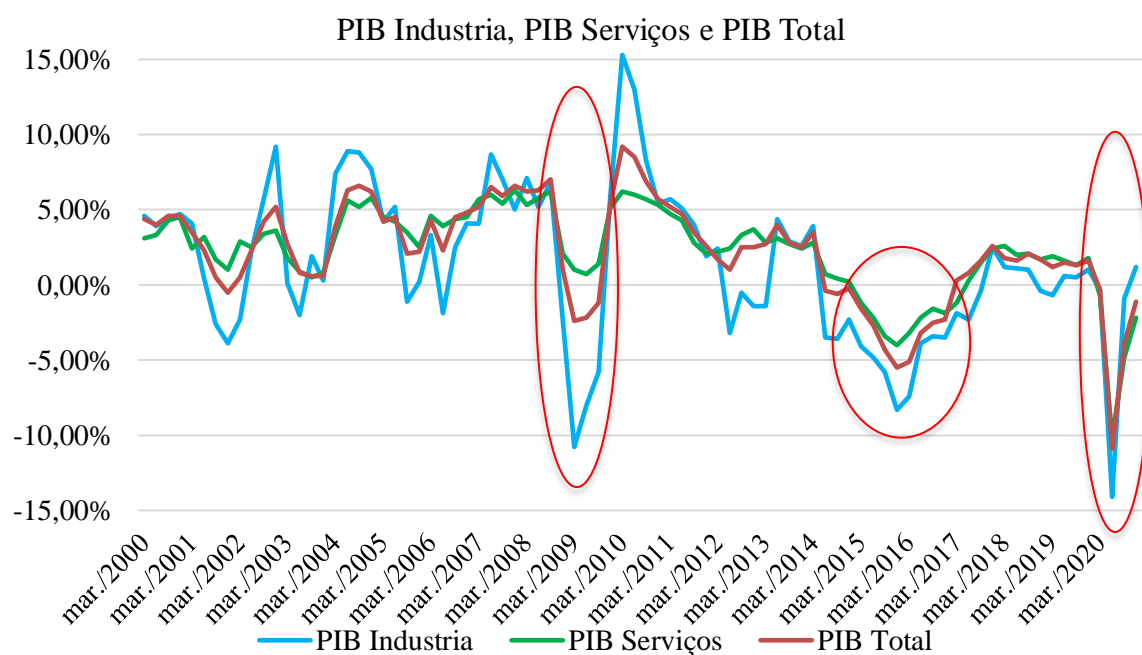
Os resultados encontrados são positivos, principalmente para o PIB Total, onde a relação do aumento da capacidade preditiva é clara para todos os períodos analisados. A análise da atividade econômica desagregada não encontra mecanismos tão claros. O PIB Industrial aponta melhoras apenas nos últimos períodos de recessão analisados e o PIB de Serviços não apresenta nenhuma melhora na capacidade preditiva com adição da volatilidade acionária em relação aos modelos apenas com variáveis macroeconômicas como regressores.

## MOTIVAÇÃO

Há na literatura uma discussão sobre os efeitos do aumento da capacidade preditiva de variáveis macroeconômicas a partir do uso da volatilidade do mercado acionário em comparação com a utilização apenas os retornos das ações. Existem argumentos teóricos que demonstram o porquê de os retornos das ações serem úteis na previsão das variáveis macroeconômicas, alguns são descritos na próxima seção.

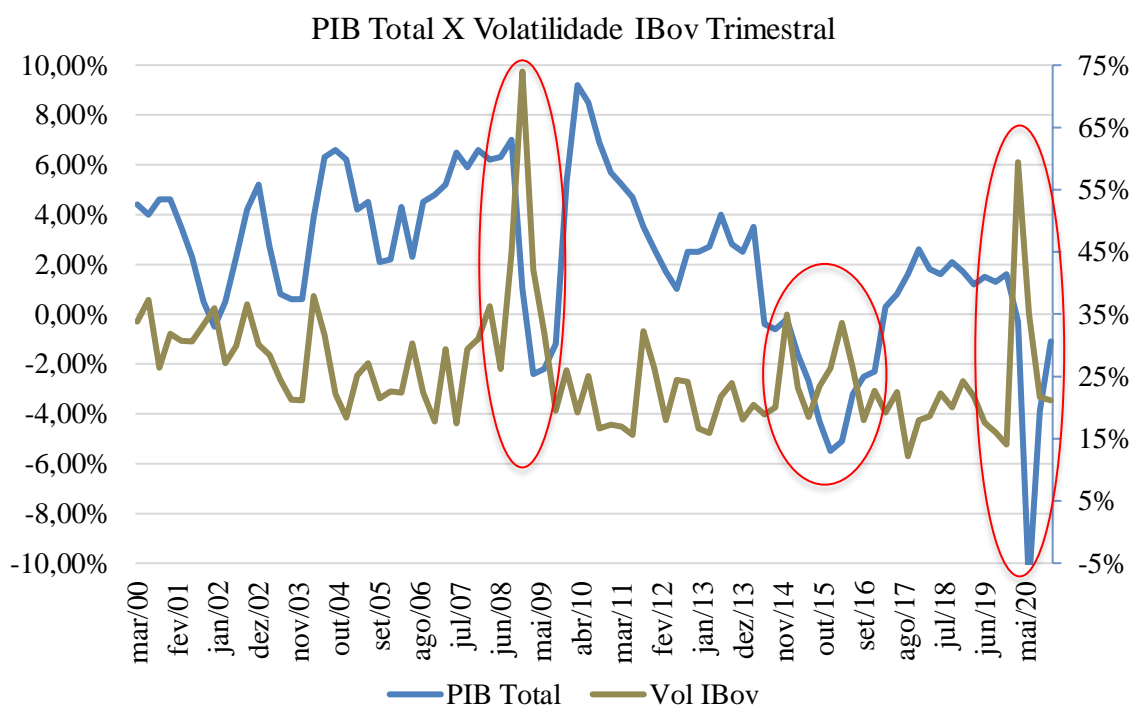
No entanto, ao olharmos para a volatilidade os argumentos teóricos não são tão claros. Todavia, existem evidências que o uso da volatilidade pode contribuir para a previsão dessas variáveis, mesmo controlando para os retornos, e, especialmente, para prever momentos de recessão.

Os modelos clássicos para previsão das variáveis macroeconômicas são, em geral, falhos quando tentamos estimar os efeitos de momentos econômicos atípicos, como uma recessão. Dessa forma, são necessários modelos específicos para conseguir uma previsão precisa em momentos como esses. Assim, a proposta desse trabalho é expandir esses estudos para o Brasil, principalmente a contribuição nas últimas recessões econômicas.



**Figura 1:** Variação Interanual PIB Indústria, PIB Serviços e PIB total por trimestre desde março de 2000 a dezembro de 2020. Elaboração Própria, 2021. Dados: SIDRA/IBGE

Como visto na Figura 1, os momentos de recessão mais marcantes no Brasil foram: a crise de 2008, a recessão de 2015-2016 – no Segundo Governo Dilma e início do Governo Temer – e o COVID-19. Esses eventos podem ser descritos pelos períodos de setembro de 2008 a junho de 2009, junho de 2015 a dezembro de 2016 e junho de 2020 a dezembro de 2020, respectivamente.



**Figura 2:** Variação Interanual PIB Total e Volatilidade IBovespa por trimestre desde março de 2000 a dezembro de 2020. Elaboração Própria, 2021. Dados: SIDRA/IBGE e B3

Nos momentos de recessão, a volatilidade dos ativos financeiros aumenta. Como visto na Figura 2, nos períodos da Crise de 2008, Crise de 2015-2016 e na Crise do Covid-19, os ativos financeiros, representados no gráfico pelo Índice Ibovespa, sofrem um aumento significativo em sua volatilidade. Dessa forma, podemos modelar esses momentos atípicos da volatilidade para tentar melhorar a capacidade preditiva da atividade econômica.

## REVISÃO DE LITERATURA

Existem extensos trabalhos na literatura que procuram entender como os retornos acionários e outras variáveis financeiras, como o spread de crédito, spread de juros e preço dos ativos, influenciam as variáveis macroeconômicas. Fama (1990) analisa a relação entre os retornos das ações e a atividade econômica. Assim como ele, Estrella e Mishkin (1998) buscam entender a relação de diversas variáveis: taxas de juros, spreads, preços de ativos e agregados monetários avaliados individualmente com o objetivo de prever as recessões americanas. Já Gilchrist e Zakrajsek (2012), através de micro dados, formulam um índice de spread de crédito para utilizar em previsões para a atividade econômica futura. Por sua vez, Faust e Wright (2013) se baseiam na teoria da Curva de Phillips e no Modelo Dinâmico Estocástico de Equilíbrio Geral (DSGE) para prever a inflação dado retornos financeiros.

Stock e Watson (2003), assim como o trabalho anterior, pesquisam, baseado na teoria da Curva de Phillips e nos agregados monetários, previsões para a inflação e para o desempenho econômico e sua relação com o papel dos preços dos ativos financeiros. Os autores afirmam os preços, por serem definidos por expectativas, constituem uma classe potencial de previsores para essas variáveis. Os resultados encontrados mostram que, apesar dos preços dos ativos serem bons previsores para alguns países em alguns determinados períodos, nenhum ativo é um previsor confiável entre múltiplas décadas e entre países. É evidenciado, também, que a previsão é melhor para o desempenho econômico do que para a inflação. Ainda assim, olhando por uma perspectiva de métodos de previsão, essa evidência não pode ser considerada confiável.

Estudos mais recentes procuram olhar para a volatilidade acionária, ao invés dos preços, como um previsor para a atividade econômica. Ainda que não existam argumentos teóricos claros que suportem essa ideia, a literatura apresenta algumas evidências que há uma correlação e uma boa capacidade preditiva entre as variáveis. Ferrara et al. (2014) avaliam o papel da volatilidade diária das commodities e dos preços dos ativos e suas capacidades de antecipar o crescimento econômico. Através de modelos MIDAS para três

economias: Estados Unidos, Reino Unido e França, o artigo conclui que os dados de volatilidade acionária e dos preços dos ativos aumentam a precisão da previsão em comparação com um modelo que utiliza apenas a produção industrial. Além disso, evidenciam que para todos os horizontes analisados, o modelo contendo tanto a volatilidade financeira como a produção industrial é o mais adequado.

Hamilton e Lin (1996) observam a relação entre a volatilidade do mercado acionário e a produção industrial e verificam que há uma forte relação entre a volatilidade das ações e os ciclos financeiros. Isso é, são observados clusters de volatilidade nas séries de retorno acionário. O desempenho econômico, por sua vez, está sujeito a grandes alterações na média quando enfrentam recessões econômicas. Dessa forma, através de um modelo bivariado, concluem que esses dois fatores são correlacionados e movidos por variáveis não-observáveis.

Chauvet et al. (2015) fornece uma extensa análise acerca da capacidade preditiva da volatilidade acionária para a atividade econômica. Os autores utilizam das volatilidades implícitas e realizadas no mercado acionário e de títulos americanos, e extraem um fator comum de longo prazo. Baseado na capacidade preditiva das volatilidades e do fator comum, é observado que há uma melhora significativa nas previsões macroeconômicas em relação ao uso de indicadores financeiros convencionais. Além disso, em uma análise não linear da dinâmica do fator do modelo, identificam dois regimes de volatilidade e que a alta volatilidade dos ativos financeiros antecipa momentos de recessão. O modelo produzido pelos autores antecipa de forma muito precisa os sinais da Grande Depressão. Também, Christiano et al. (2014) ao estudarem os choques econômicos concluem que modelos que os incorporam têm resultados melhores para entender a dinâmica dos ciclos econômicos.

Campbell et al. (2001) estudam a volatilidade do mercado acionário em escala do mercado, das indústrias e das firmas. De acordo com os resultados encontrados, os componentes da volatilidade seguem movimentos contracíclicos e, por isso, tendem a levar a variações no PIB. Assim, a medida de volatilidade quando incorporada nos modelos ajuda a prever a atividade econômica com mais precisão e reduz drasticamente

a importância dos retornos de índices acionários no modelo, uma vez controlada a defasagem da variável dependente.

Guo (2002) mostra que o excesso de retorno, definido pela diferença entre o retorno acionário e a taxa de juros livre de risco, é positivamente correlacionada com a variância, contudo, negativamente correlacionada com a variância contemporânea. O autor replica o estudo feito por Campbell et al. (2001) e observa que o excesso de retorno e a variância acionária passam de insignificante para marginalmente significativa se controlados pela defasagem da variância. Ainda, explora uma amostra um pouco maior que a dos autores anteriores e conclui que a variância contribui para a modelagem do desempenho econômico e que os retornos só são estatisticamente significantes quando adicionado os retornos passados e a variância na equação. Dessa maneira, o estudo cria uma relação próxima entre a volatilidade e os retornos acionários.

Com base na literatura anterior, esse trabalho propõe estender essas evidências para o Brasil e verificar se encontramos as mesmas relações entre volatilidade e crescimento econômico. Além disso, entender o tamanho dessa contribuição, se existente, e a forma como podemos antecipar os ciclos econômicos e, principalmente, momentos de recessão, dada a análise da volatilidade acionária.

## DADOS

### I. Dados Macroeconômicos

Para a viabilidade deste trabalho utilizou-se de diferentes bases de dados públicas, extraídas a partir de 1998 ou a série histórica completa, em caso de início posterior ao marco estabelecido. Em relação às variáveis macroeconômicas, foram extraídas as séries históricas a partir do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA): valores correntes do PIB, Pesquisa Mensal de Comércio Ampliada (PMC Ampliada), Pesquisa Mensal de Serviços (PMS) e Pesquisa da Indústria Mensal (PIM), assim como séries históricas disponíveis no Sistema Gerador de Séries Temporais (SGS), no site do Banco Central do Brasil, para extração do indicador IBC-Br.

Como apontado pelo Relatório de Aspectos Metodológicos e Comparações dos Comportamentos do IBC-Br e do PIB, elaborado pelo BCB em 2018, o IBC-Br é um indicador mensal que tem como objetivo mensurar a atividade brasileira. Como o PIB é divulgado apenas trimestralmente, o indicador serve como uma antecipação da atividade agregada, uma vez que ambos têm metodologias parecidas e alta correlação histórica, principalmente para períodos mais longos.

Os demais indicadores macroeconômicos, a PMC Ampliada, PMS e PIM, são indicadores mensais produzidos pelo IBGE que representam a atividade econômica no respectivo setor, ou seja, no comércio, serviço e indústria. Dessa forma, conseguimos utilizá-los como uma prévia, ainda que menos precisa que o IBC-Br, para a atividade desagregada. Esses indicadores são decorrentes de pesquisas que o instituto faz observando empresas e indústrias representativas do setor no país.

Em relação à periodicidade das variáveis macroeconômicas, o PIB tem periodicidade trimestral, nos meses de março, junho, setembro e dezembro. As pesquisas do IBGE, a PIM, PMC Ampliada e PMS, assim como a série do IBC-Br têm periodicidade mensal e foram trimestrializadas através de uma média entre os meses referentes à cada trimestre para que fosse possível fazer as análises. Além disso, as taxas utilizadas são

interanuais, ou seja, consideramos a variação do trimestre contra o mesmo trimestre do ano anterior.

A PIM, Pesquisa Mensal da Indústria, é um indicador de curto prazo que busca replicar o comportamento do setor no país. O índice mede a mudança de volume da produção industrial do país, assim, não sofre influência da inflação. Ele é desagregado em 26 atividades diferentes no setor e totaliza mais de 45,5 mil unidades de produção industrial monitoradas ao redor do país.

A PMC Ampliada, Pesquisa Mensal do Comércio Ampliada, é um indicador desenvolvido pela Pesquisa Mensal do Comércio - PMC, feita pelo IBGE. A PMC nos permite entender o desempenho conjuntural da receita do comércio varejista mensalmente no país. A PMC é usada para outros relatórios do IBGE, como o Sistema de Contas Nacionais, e observa todas empresas que cumpram os requisitos de estar em situação ativa no Cadastro Central de Empresas (CEMPRE) e ter como atividade principal uma das seguintes: Combustíveis e Lubrificantes; Hipermercados e Supermercados; Produtos Alimentícios, Bebidas e Fumo; Tecidos, vestuário e Calçado; Móveis e Eletrodomésticos; Artigos Farmacêuticos, Médicos, Ortopédicos, Perfumaria e Cosméticos; Equipamentos e Material para Escritório, Informática e Comunicação; Livros, jornais, revistas e Papelaria; Outros Artigos de Uso Pessoal e Doméstico; Veículos, Motocicletas, Partes e Peças; Atacado e Varejo de Material de Construção. A PMC Ampliada é o índice que inclui todas as atividades investigadas, enquanto a série da PMC não inclui os setores automobilístico e de construção.

A PMS, Pesquisa Mensal de Serviços, nos permite acompanhar o desempenho conjuntural do setor de serviços empresariais não financeiros no país, excluindo as áreas de saúde e educação. A pesquisa investiga a receita bruta de prestação de serviço das empresas selecionadas. A PMS, assim como a PMC, é usada para o desenvolvimento das Contas Nacionais. Como o serviço é uma área muito heterogênea, a pesquisa inclui desde as formas mais simples e de baixa qualificação até os serviços de altíssima intensidade de recursos tecnológicos. Para a empresa ser analisada é necessário ter mais de 20 pessoas ocupadas ou informar mais de uma Unidade da Federação na PAS 2014. Atualmente, a pesquisa analisa mais de 71 mil empresas para elaborar as pesquisas.



O PIB, Produto Interno Bruto, é feito com base no Sistema Nacional de Contas - SNC, que, no Brasil, é calculado todos os anos a preços correntes e a preços do ano anterior, além disso, atualiza-se a ponderação das atividades, levando em consideração os valores do ano anterior. O SNC tem como objetivo replicar o circuito econômico.

O PIB, principal medida para entender o desempenho econômico dos países, mede o total de bens e serviços destinados ao consumo final produzidos pelas unidades residentes. O PIB pode ser descrito por três óticas diferentes: produção, despesas e renda. Nesse trabalho analisaremos através da ótica de produção, pela qual o PIB é descrito como a soma dos valores adicionados (VA) das diversas atividades econômicas e é adicionado os impostos, livre de subsídios, sobre os produtos.

O Produto Interno Bruto, pela ótica da produção, é desagregado nas seguintes grandes categorias: Agropecuária, Indústria, Serviços, VA e Imposto. Ainda, as categorias de Indústria e Serviços são desagregadas em setores mais específicos. A Indústria é desagregada em: Indústria Extrativa; Indústria de Transformação; Eletricidade e Gás, Água e Atividade de Gestão de Resíduos; Construção; Total. O Serviço, por sua vez, é subdividido em: Comércio; Transporte, Armazenagem e Correio; Atividades Financeiras, de Seguros e Serviços Relacionados; Atividades Imobiliárias; Outras Atividades de Serviços; Administração, Defesa, Saúde e Educação Públicas e Seguridade Social; Total.

## II. Dados Financeiros

Em relação aos dados do mercado acionário, utilizou-se o Market Data e os índices da B3, mais precisamente a série histórica da volatilidade mensal dos índices amplos e de alguns dos índices de segmentos e setoriais.

Todos os indicadores de volatilidade evidenciados têm sua periodicidade mensal. Para que fosse possível a utilização deles nos modelos ARMA e ARMAX com o PIB como variável dependente, as séries foram trimestrializadas por uma média entre os meses referentes à cada período. Da mesma forma das variáveis macroeconômicas, as séries de

volatilidade dos índices da bolsa são trabalhadas com variação interanual, ou seja, do período contra o mesmo período do ano anterior.

No que se refere aos índices amplos, foram utilizados o Índice Bovespa (Ibovespa B3, referenciado como IBoV), o Índice Brasil 100 (IBrX 100 B3), Índice Brasil 50 (IBrX 50 B3) e o Índice Brasil Amplo BM&FBOVESPA (IBrA B3), todos sob governança da B3 e com a reavaliação de suas carteiras feitas quadrimestralmente, seguindo a metodologia proposta pelo Manual de Definições e Procedimentos dos Índices da B3.

O Ibovespa é o principal índice da bolsa brasileira, sendo utilizado como referência do mercado de capitais brasileiro pelos investidores, e tem como objetivo representar o desempenho médio dos ativos mais relevantes, em termos de negociabilidade e representatividade, do mercado de ações brasileiro. Podem fazer parte da carteira teórica *units* e ações e, atualmente, têm cerca de 75 ativos. Desta maneira, esse índice reúne os ativos mais importantes da bolsa brasileira em razão das regras definidas pelo Manual de Metodologia do Ibovespa, tais como: i. o ativo elegível deve estar entre o conjunto de ativos que representa entre 85% do IN, com limite de 90%, em ordem decrescente, no período nas três carteiras anteriores; ii. o ativo elegível ter presença em mais do que 95% dos pregões no período das três carteiras anteriores; iii. o lote-padrão do ativo elegível ter volume de financeiro maior do que 0,1% no período das três últimas carteiras; iv. não deve ser classificado como *Penny Stock*<sup>1</sup>. Para critério de ponderação, os ativos terão seu peso definido pelo valor de mercado do *Free Float*<sup>2</sup>, com a participação limitada baseado na liquidez do ativo, com limite de 20% por empresa e duas vezes o IN.

O IBrx-100 e o IBrX-50 têm o mesmo objetivo e metodologia, diferenciando apenas na quantidade de ativos, sendo 100 e 50, respectivamente. Os ativos elegíveis são determinados pelas ações ou *units* de ações com maior negociabilidade pelo IN. Assim, procuram representar o desempenho médio dos 100, ou 50, ativos de maior negociabilidade e representatividade no mercado brasileiro. Além disso, seguem as regras ii. a iv. do IBoV. Para fins de ponderação é seguido o critério do *Free Float*, sem limites

---

<sup>1</sup> Para definição, checar o Manual de Definições e Procedimentos dos Índices da B3.

<sup>2</sup> Para definição, checar o Manual de Definições e Procedimentos dos Índices da B3.

de participação. Dessa forma, o IBrX diferencia-se do IBoV dada a quantidade fixa de ativos e a falta de limitações na ponderação e negociabilidade.

Por fim, o IBrA tem como objetivo medir o desempenho médio de todos os ativos do mercado, desde que atendam as condições mínimas de liquidez e pregão no mercado. Dessa forma, sua metodologia define que, para que os ativos se tornem elegíveis, devem estar presentes, em ordem decrescente do IN, em 99% dos ativos que representem o conjunto para o período de vigência das últimas três carteiras, além de cumprir as exigências ii. e iv. apresentadas acima. Para fins de ponderações, segue as mesmas regras do IboV, com critério do *Free Flow* e limite de 20% por empresa.

Em suma, temos quatro índices para representar a volatilidade do mercado acionário brasileiro como um todo, alterando as limitações de liquidez e regras de rebalanceamento, para que possamos entender como a adição da volatilidade acionária melhora a capacidade preditiva da atividade econômica.

Além disso, para a segunda parte do trabalho, que utiliza o PIB desagregado, foram utilizados os índices de segmentos e setoriais, em especial: o Índice BM&FBOVESPA Financeiro (IFNC B3), o Índice de Consumo (ICON B3), o Índice de Energia Elétrica (IEE B3), o Índice de Fundos de Investimentos Imobiliários (IFIX B3), o Índice de Materiais Básicos BM&FBOVESPA (IMAT B3), o Índice do Setor industrial (INDX B3), o Índice Imobiliário (IMOB B3), o Índice Midlarge Cap (MLCX B3), o Índice Small Cap (SMLL B3), o Índice de Utilidade Pública BM&FBOVESPA (UTIL B3) e o Índice Valor BM&FBOVESPA (IVBX B3). Para definir os setores, a B3 disponibiliza sua classificação a partir dos tipos e usos dos produtos e/ou serviços desenvolvidos pelas empresas, considerando a fonte de maior lucro como atividade principal, no caso de uma empresa atuar em mais de um setor. A estrutura setorial é revisada periodicamente e, em caso de alteração da maior fonte de receita de uma empresa, é revisado se é uma tendência que aparenta se manter no longo prazo antes de realizar a reclassificação. A elaboração desses índices é feita por parte da B3 e também segue Manual de Definições e Procedimentos dos Índices da B3, com sua periodicidade quadrimestral.

O IFNC tem como objetivo ser o indicador médio dos ativos relacionados aos setores intermediários financeiros, serviços financeiros diversos, previdências e seguros com maior negociabilidade e representatividade do mercado brasileiro. Ele é composto de ações e *units* de ações e tem os seguintes critérios de inclusão: i. em ordem decrescente do IN, estar no conjunto que representa 99% do somatório; ii. presença em 95% dos pregões no período de vigência das três últimas carteiras; iii. não ser classificado como *Penny Stock*; iv. pertencer aos setores de intermediários financeiros, serviços financeiros diversos, previdências e seguros.

O ICON busca estabelecer o desempenho médio dos setores de consumo cíclico, consumo não cíclico e saúde. O IMAT, por sua vez, objetiva representar para o setor de materiais básicos. O IMOB para os setores de atividade imobiliária, compreendidos por exploração de imóveis e construção civil. O UTIL para o setor de utilidade pública, compreendido em energia elétrica, água e saneamento e gás. Para isso, todos esses índices seguem o mesmo critério: além de estar dentro do setor estabelecido, os ativos devem obedecer às regras de i. a iii. referidas no IFNC.

O IEE tem como objetivo ser o indicador de desempenho médio do setor de energia elétrica. Para participar do índice, além de estar inserido no setor, o ativo deve ter participação em termos de volume financeiro superior a 0,01%, mínimo de 2 negociações/dia em 80% dos pregões e não ser *Penny Stock*.

O SMLL é um indicador que tem como objetivo medir o desempenho das empresas de menor capitalização. Para isso, o ativo precisa estar fora da lista das 85% que possuem maior valor de mercado em adição aos critérios i. a iii.. Já o MLCX busca entender o desempenho das maiores empresas listadas na bolsa. Assim, para fazer parte do índice os ativos são os que seguem os critérios i. a iii. mas não fazem parte do SMLL, ou seja, estão na lista das 85% empresas com maior valor de mercado.

O INDX objetiva ser o indicador do desempenho médio dos ativos de maior negociabilidade e representatividade dos setores da atividade industrial, compreendidos por materiais básicos, bens industriais, consumo cíclico, consumo não cíclico, tecnologia da informação e saúde. Os critérios adotados na metodologia para ativos elegíveis são:

estar entre as 150 primeiras posições no IN, além dos critérios ii. e iii. e fazer parte do setor.

O IFIX é o índice que procura demonstrar o desempenho médio da cotação das cotas de fundos imobiliários. Os critérios utilizados, além do ii. e iii. são que as cotas de fundos imobiliários devem somar 95%, em ordem decrescente do IN.

Por fim, o IVBX, que foi elaborado em parceria com o Jornal Valor Econômico, objetiva indicar o desempenho médio das cotações dos 50 ativos selecionados dada a liquidez e o IN, excluindo os dez primeiros ativos com maior IN e os ativos emitidos pelas empresas com os dez maiores valores de mercado. Então são elegíveis os ativos que estão classificados a partir da 11ª posição do IN e da lista de empresas com maiores valores de mercado, além das condições ii. e iii..

## MÉTODO

Para que possamos entender o aumento da capacidade preditiva com a volatilidade dos ativos financeiros, os modelos foram estimados com estrutura ARMA e ARMAX. Esse método foi usado no trabalho de Campbell et al. (2001), no qual concluíram que modelos que usam a volatilidade financeira e utilizam uma defasagem da variável dependente são mais precisos para prever as variações da atividade econômica. Cochrane (2005) explica em seu trabalho o desenvolvimento teórico dos modelos ARMA e aplicação em macroeconomia e finanças.

Os modelos foram todos estimados desde 1998, ou desde o início da série histórica das variáveis envolvidas, e as projeções foram feitas *outsample*. Sendo assim, o modelo é estimado até o período T e a projeção feita para T+1, em seguida, o modelo é estimado até T+1 e a projeção feita para T+2 e assim em diante.

Os modelos do PIB Total e do PIB Industrial foram projetados para dois períodos diferentes: 2008 a 2020 e 2015 a 2020, isso porque algumas variáveis têm o início de sua série histórica depois da crise de 2008. Dessa forma, conseguimos projetar os modelos para o primeiro momento de recessão e, com modelos com mais variáveis explicativas, para os outros dois momentos. Já os modelos do PIB de Serviços só foram projetados para o segundo período, uma vez que a série histórica da PMS só iniciou em 2011.

Para entender a capacidade preditiva da atividade, inicialmente é estimado o modelo somente com as defasagens do modelo ARMA, que foi analisada através da FAC e FACP de cada modelo, para o PIB Total, PIB Industrial e PIB de Serviços, de acordo com a metodologia descrita por Pinto (2006). As outras aberturas do PIB não foram estimadas pois não existem indicadores da B3 para os setores.

Em seguida, para o PIB total, é estimada a variável dependente apenas com o IBC-Br como variável explicativa, que é considerado uma prévia do PIB. A partir disso, foi estimado o PIB utilizando como regressores tanto o IBC-Br quanto a volatilidade dos

indicadores da bolsa. Assim, é possível entender o aumento da precisão do modelo quando considerado esses indicadores, analisando principalmente os anos de crise.

Os indicadores de volatilidade dos ativos financeiros usados são os índices gerais: IBov, IBRX-100, IBRX-50, IBRA e IVBX, que representam as maiores empresas listadas. Além desses, no segundo período, foi adicionado o SMLL nos modelos, uma vez que esse indicador capta as menores empresas. Foi estimado também o SMLL com o MLCX que, juntos, captam todas as empresas da bolsa que tenham critério mínimo de liquidez.

Também foram feitos modelos com os índices setoriais, para representar as aberturas do PIB. Para a indústria foi considerado o INDX e, de forma mais desagregada, o IMOB, o IEE e o IMAT. Para representar o setor de serviços foi usado o ICON, UTIL, IFIX e IFNC.

Em relação ao PIB desagregado, foi realizado o mesmo procedimento, inicialmente foram utilizadas outras pesquisas no lugar do IBC-Br, como variável macroeconômica explicativa. Para o PIB Industrial foi usada a PIM e para o PIB de Serviços foram usadas a PMC Ampliada e a PMS. Dessa forma, podemos estimar a atividade desagregada utilizando apenas as pesquisas e comparar o resultado da capacidade preditiva das regressões anteriores com modelos, considerando a volatilidade dos indicadores da bolsa relativos a cada setor.

Após as séries projetadas, de forma *outsample*, foi calculado o erro quadrático por período para entender os modelos mais assertivos. A fim de analisar a melhora da capacidade preditiva dos modelos com a inclusão da volatilidade dos índices da B3, foi comparado o erro dos modelos só com as defasagens ARMA com os modelos utilizando apenas variáveis macroeconômicas como variáveis explicativas e com os modelos com a inclusão da volatilidade dos ativos financeiros. Dessa forma, se o erro diminui no período, indica melhora da capacidade preditiva.

Em adição, para testar se a diferença entre o erro quadrático das as séries projetadas e a da variável real é estatisticamente significativa foi realizado o Teste Diebold-Mariano (Teste DM), definido por Diebold e Mariano (1995) e Diebold (2013). O teste tem como objetivo testar se a diferença entre erro quadrático médio entre dois modelos é estatisticamente válida. Em caso positivo, podemos afirmar que as previsões *outsample* de um modelo são estatisticamente melhores que a de outro. O teste foi realizado para todos os modelos ARMAX com volatilidade financeira que superaram o ARMAX com apenas a variável macroeconômica em cada período analisado.

Ainda, foi feito o *Combination Test* (Zhang et al., 2019), para entender se uma combinação de todos os modelos é superior a cada previsão isolada. A hipótese nula do teste indica que cada previsão isolada é tão boa quanto a previsão da combinação; se rejeitamos essa hipótese, significa que aquela previsão é inferior a uma combinação das previsões, pois contém menos informação do que essa combinação.

Todas as séries foram modeladas de forma trimestrializada. Para as séries que tem sua periodicidade mensal, foi feita uma média com os meses referente ao trimestre. Além disso, as análises foram feitas considerando as taxas interanuais de todas as variáveis, ou seja, do trimestre contra o mesmo trimestre do ano anterior.



## MODELOS

Nessa seção será explicado o desenvolvimento teórico e prático de cada modelo utilizado. As regressões foram feitas utilizando o modelo ARMA e ARMAX, com os *lags* definidos por análise da FAC e FACP, conforme método descrito em Pinto (2006). A intenção dessa modelagem é captar as a influência dos *lags* da variável exógena em t e os choques e seus *lags*, com a modelagem do erro.

### I. PIB Total

Inicialmente foi estimado o PIB total apenas com as defasagens do modelo ARMA, em um ARMA(0,1), conforme modelo (1). E, em seguida, foi adicionado o IBC-Br como variável explicativa, modelo (2), com a projeção da série feita desde o primeiro trimestre de 2008.

$$(1) \quad PIB_t = \beta_{i,0} + \varepsilon_t + \mu_{i,t-1} \varepsilon_{t-1}$$

$$(2) \quad PIB_t = \beta_{i,0} + \beta_{i,1} IBCBr_t + \varepsilon_t + \mu_{i,t-1} \varepsilon_{t-1},$$

onde  $\beta_{i,0}$  é uma constante para o modelo i,  $\beta_{i,1}$  o coeficiente referente à variável IBC-Br no modelo i,  $\varepsilon_t$  o erro no horizonte de tempo t,  $\varepsilon_{t-1}$  o erro no trimestre imediatamente anterior e  $\mu_{i,T}$  o coeficiente referente à modelagem dos *lags* do erro para equação i e período T.

A partir disso, foram estimados os modelos com adição das séries de variação da volatilidade dos índices da B3, como nas equações abaixo. O objetivo é entender como a variação da volatilidade dessas séries impactam a capacidade preditiva em relação à atividade.

$$(3) \quad PIB_t = \beta_{i,0} + \beta_{i,1} IBCBr_t + \beta_{i,2} IBOV_t + \varepsilon_t + \mu_{i,t-1} \varepsilon_{t-1}$$

$$(4) \quad PIB_t = \beta_{i,0} + \beta_{i,1}IBCB r_t + \beta_{i,2}IBRX100_t + \varepsilon_t + \mu_{i,t-1}\varepsilon_{t-1}$$

$$(5) \quad PIB_t = \beta_{i,0} + \beta_{i,1}IBCB r_t + \beta_{i,2}IBRX50_t + \varepsilon_t + \mu_{i,t-1}\varepsilon_{t-1}$$

$$(6) \quad PIB_t = \beta_{i,0} + \beta_{i,1}IBCB r_t + \beta_{i,2}IBRA_t + \varepsilon_t + \mu_{i,t-1}\varepsilon_{t-1}$$

$$(7) \quad PIB_t = \beta_{i,0} + \beta_{i,1}IBCB r_t + \beta_{i,2}IVBX_t + \beta_{i,3}PIB_{t-1} + \beta_{i,4}PIB_{t-2} + \varepsilon_t + \mu_{i,t-1}\varepsilon_{t-1}$$

Como alguns dos índices da bolsa só tem sua série com início depois de 2008, foram estimadas, em adição as equações (1)-(6), as equações abaixo, com as projeções feitas a partir do primeiro trimestre de 2015.

$$(8) \quad PIB_t = \beta_{i,0} + \beta_{i,1}IBRX50_t + \beta_{i,2}SMLL_t + \varepsilon_t$$

$$(9) \quad PIB_t = \beta_{i,0} + \beta_{i,1}IBVX_t + \beta_{i,2}SMLL_t + \beta_{i,3}PIB_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$(10) \quad PIB_t = \beta_{i,0} + \beta_{i,1}MLCX_t + \beta_{i,2}SMLL_t + \varepsilon_t$$

$$(11) \quad PIB_t = \beta_{i,0} + \beta_{i,1}UTIL_t + \beta_{i,2}IFNC_t + \beta_{i,3}INDX_t + \beta_{i,4}IFIX_t +$$

$$\beta_{i,5}ICON_t + \varepsilon_t$$

$$(12) \quad PIB_t = \beta_{i,0} + \beta_{i,1}UTIL_t + \beta_{i,2}IFNC_t + \beta_{i,3}IFIX_t + \beta_{i,4}ICON_t +$$

$$\beta_{i,5}IEE_t + \beta_{i,6}IMAT_t + \beta_{i,7}IMOB_t + \varepsilon_t$$

As equações (3)-(7) foram estimadas com as variáveis dos índices gerais. Já as equações (8)-(12), foram estimadas, além dos índices gerais, com os índices setoriais. Dessa forma, em (8)-(9) foi incluído o Índice de Small-Caps (SMLL), ou seja, as menores empresas em adição das 50 maiores, representadas pelo IBRX-50 e pelo IVBX. A equação (10) inclui todas as empresas na bolsa que atendem ao mínimo de critério de liquidez, através da utilização do SMLL e do MLCX. A equação (11) busca estimar através dos indicadores mais desagregados. Assim, tem o INDX referente à parte industrial e o ICON, UTIL, IFIX e IFNC referente ao setor de serviços. Por último, a (12)

abre ainda mais os indicadores industriais, com o IMOB, o IEE e o IMAT representando o setor industrial e o ICON, UTIL, IFIX e IFNC referente ao setor de serviços.

O mesmo foi feito para o PIB industrial e para o PIB de serviços, com projeções *outsample* entre 2008-2020 e 2015-2020. No entanto, em substituição do IBC-Br, foi usado indicadores macroeconômicos mais específicos para cada setor. Assim, para o PIB Industrial foi usada a PIM e para o PIB de serviços foram usadas a PMC Ampliada e a PMS.

## II. PIB Industrial

Para o PIB Industrial as equações utilizadas para o primeiro período foram:

$$(13) \quad PIBind_t = \beta_{i,0} + \beta_{i,1}PIBind_{t-1} + \varepsilon_t + \mu_{i,t-1}\varepsilon_{t-1} + \mu_{i,t-2}\varepsilon_{t-2} + \mu_{i,t-3}\varepsilon_{t-3} + \mu_{i,t-4}\varepsilon_{t-4}$$

$$(14) \quad PIBind_t = \beta_{i,0} + \beta_{i,1}PIBind_{t-1} + \beta_{i,2}PIM_t + \varepsilon_t + \mu_{i,t-1}\varepsilon_{t-1} + \mu_{i,t-2}\varepsilon_{t-2} + \mu_{i,t-3}\varepsilon_{t-3} + \mu_{i,t-4}\varepsilon_{t-4}$$

$$(15) \quad PIBind_t = \beta_{i,0} + \beta_{i,1}PIBind_{t-1} + \beta_{i,2}PIM_t + \beta_{i,3}IBOV_t + \varepsilon_t + \mu_{i,t-1}\varepsilon_{t-1} + \mu_{i,t-2}\varepsilon_{t-2} + \mu_{i,t-3}\varepsilon_{t-3} + \mu_{i,t-4}\varepsilon_{t-4}$$

$$(16) \quad PIBind_t = \beta_{i,0} + \beta_{i,1}PIBind_{t-1} + \beta_{i,2}PIM_t + \beta_{i,3}IBRX100_t + \varepsilon_t + \mu_{i,t-1}\varepsilon_{t-1}$$

$$(17) \quad PIBind_t = \beta_{i,0} + \beta_{i,1}PIBind_{t-1} + \beta_{i,2}PIM_t + \beta_{i,3}IVBX_t + \varepsilon_t + \mu_{i,t-1}\varepsilon_{t-1} + \mu_{i,t-2}\varepsilon_{t-2} + \mu_{i,t-3}\varepsilon_{t-3} + \mu_{i,t-4}\varepsilon_{t-4}$$

$$(18) \quad PIBind_t = \beta_{i,0} + \beta_{i,1}PIBind_{t-1} + \beta_{i,2}PIM_t + \beta_{i,3}INDX_t + \varepsilon_t + \mu_{i,t-1}\varepsilon_{t-1} + \mu_{i,t-2}\varepsilon_{t-2} + \mu_{i,t-3}\varepsilon_{t-3} + \mu_{i,t-4}\varepsilon_{t-4}$$

$$(19) \quad PIBind_t = \beta_{i,0} + \beta_{i,1}PIM_t + \beta_{i,2}IMAT_t + \beta_{i,3}IEE_t + \varepsilon_t + \mu_{i,t-1}\varepsilon_{t-1} + \mu_{i,t-2}\varepsilon_{t-2} + \mu_{i,t-3}\varepsilon_{t-3} + \mu_{i,t-4}\varepsilon_{t-4}$$

Para o segundo período foram estimadas as mesmas equações, com exceção da (17), na qual foi adicionada a variável IMOB, que tem sua série histórica iniciando em 2009.

$$(20) \quad PIBind_t = \beta_{i,0} + \beta_{i,1}PIM_t + \beta_{i,2}IMAT_t + \beta_{i,3}IEE_t + \beta_{i,4}IMOB_t + \varepsilon_t + \mu_{i,t-1}\varepsilon_{t-1}$$

A equação (13) representa apenas o modelo de acordo com as defasagens do modelos ARMA, representado por um ARMA(1,4). A partir dele foi adicionada a PIM, modelo (14). O próximo passo foi adicionar os índices gerais na equação, modelos (15)-(17). Em seguida, foi adicionado apenas o índice industrial, INDX, no modelo (18). No modelo (19), o INDX foi substituído pelos indicadores mais desagregados relacionados à indústria, com série disponível desde antes de 2008. A equação (20) é igual à (19), porém com adição da série IMOB, que inicia apenas 2009.

### III. PIB de Serviços

Por fim, o PIB do setor de serviços foi projetado apenas para o segundo período, de 2015-2020, uma vez que a série histórica da Pesquisa Mensal de Serviços inicia apenas em 2011. Assim, para o modelo básico, um ARMA(1,0), temos a equação (21) e a equação (22) é o modelo ARMAX(1,0), o ARMA(1,0) com adição das variáveis explicativas macroeconômicas, a PMC Ampliada e a PMS. Os demais modelos são com adição dos índices da B3 referentes aos setores de comércio e serviços gerais.

$$(21) \quad PIBserv_t = \beta_{i,0} + \beta_{i,1}PIBserv_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$(22) \quad PIBserv_t = \beta_{i,0} + \beta_{i,1}PIBserv_{t-1} + \beta_{i,2}PMC_t + \beta_{i,3}PMS_t + \varepsilon_t$$

$$(23) \quad PIBserv_t = \beta_{i,0} + \beta_{i,1}PIBserv_{t-1} + \beta_{i,2}PMC_t + \beta_{i,3}PMS_t + \beta_{i,4}IBOV_t + \varepsilon_t$$

$$(24) \quad PIBserv_t = \beta_{i,0} + \beta_{i,1}PIBserv_{t-1} + \beta_{i,2}PMC_t + \beta_{i,3}PMS_t + \beta_{i,4}IBRX100_t + \varepsilon_t$$

$$(25) \quad PIBserv_t = \beta_{i,0} + \beta_{i,1}PIBserv_{t-1} + \beta_{i,2}PMC_t + \beta_{i,3}PMS_t + \beta_{i,4}IBRX50_t + \varepsilon_t$$

$$(26) \quad PIBserv_t = \beta_{i,0} + \beta_{i,1}PIBserv_{t-1} + \beta_{i,2}PMC_t + \beta_{i,3}PMS_t + \beta_{i,4}IVBX_t + \varepsilon_t$$

$$(27) \quad PIBserv_t = \beta_{i,0} + \beta_{i,1}PIBserv_{t-1} + \beta_{i,2}PMC_t + \beta_{i,3}PMS_t + \beta_{i,4}UTIL_t + \beta_{i,5}IFNC_t + \beta_{i,6}ICON_t + \beta_{i,7}IFIX_t + \varepsilon_t$$

Inicialmente foram adicionados os índices gerais à equação (22), que são representadas pelas equações (23)-(26). A equação (27) tem como variável explicativa os indicadores setoriais da bolsa relacionados ao serviço e comércio, o UTIL, o IFNC, o ICON e o IFIX.

## RESULTADOS

Para avaliar a capacidade preditiva dos modelos em cada período foi calculado o erro quadrático de previsão em cada trimestre, ou seja,

$$(PIB\ real - PIB\ previsto)^2 \times 1000.$$

### I. PIB Total

A Tabela 8 (no anexo) mostra o erro quadrático entre 2008-2020 em cada trimestre para o PIB total. A Tabela 1 apresenta um consolidado com a soma total dos erros, indicando o modelo mais preciso no geral, a soma dos erros no período de setembro de 2008 a junho de 2009, período referente a crise de 2008, a soma dos erros no período junho de 2015 a dezembro de 2016, período referente a crise do Segundo Governo Dilma e início do Governo Temer, e, por fim, a soma dos erros entre junho 2020 a dezembro de 2020, referente ao período de crise do COVID-19. Dessa forma, conseguimos analisar qual o melhor modelo no geral e quais performam melhor em momentos de recessão.

**Tabela 1:** Soma dos Erros Quadráticos para os Períodos de Anos de Crise para o PIB Total, Projeções de 2008 a 2020

Data	Modelos						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
mar/2008 - dez/2020	44.4432	2.1578	2.9434	2.8652	2.8567	4.0058	2.0055
set/2008 - jun/2009	7.3103	0.3548	0.5665	0.5017	0.4927	0.5867	0.3082
jun/2015 - dez/2016	10.3010	0.2729	0.1250	0.1213	0.1216	0.2333	0.2048
jun/2020 - dez/2020	18.2679	0.3695	0.0814	0.0824	0.0830	0.1303	0.3193

A adição da variável explicativa macroeconômica, o IBC-Br, melhora significativamente a capacidade preditiva do PIB em relação ao ARMA(0,1) puro, como podemos ver comparando os resultados do modelo (1) e do modelo (2) para qualquer um

dos períodos. Além disso, vemos que para a série total, considerando as projeções *outsample* entre 2008-2020, o modelo mais preciso é o ARMAX(2,1) com o IVBX e o IBC-Br de variáveis explicativas. Para a primeira recessão analisada, o período da Crise de 2008, o resultado permanece o mesmo, com a melhor performance sendo do modelo (7).

No entanto, ao analisar os resultados referentes aos dois períodos mais recentes temos os modelos (3), (4) e (5) com resultados muito próximos. Os três modelos têm estrutura de ARMAX(0,1) que utilizam, respectivamente, o IBov, o IBRX-100 e o IBRX-50 como os regressores, além do IBC-Br. Em adição, os modelos (1) e (2), que não levam em conta a volatilidade dos ativos financeiros, são os piores modelos para os momentos de recessão, enquanto, em outros momentos, o modelo (2) se apresenta como um dos melhores.

Dessa forma, concluímos que para todos os períodos de recessão analisados adicionar uma variável que molde a volatilidade dos ativos financeiros melhora a capacidade preditiva no PIB total, com base apenas na análise dos erros quadráticos.

A Tabela 9 (no anexo), indica todos os erros por período para as projeções *outsample* feitas para todos os trimestres entre 2015-2020, para os modelos (1), (2), (3), (4), (5), (6), (8), (9), (10), (11) e (12). O modelo (7) foi substituído pelo (9), onde manteve o IVBX e adicionou o SMLL, para incluir as menores empresas além das 50 maiores e ter uma amostra mais representativa da economia.

**Tabela 2:** Soma dos Erros Quadráticos para os Períodos de Anos de Crise para o PIB Total, Projeções de 2015 a 2020

Data	Modelos										
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
mar/2015											
-	30.523	0.8334	0.5544	0.5563	0.5589	0.9639	1.1070	0.8074	1.1328	1.0799	0.7999
dez/2020											
jun/2015											
-	10.301	0.2729	0.1250	0.1213	0.1216	0.2333	0.4654	0.2873	0.4875	0.3054	0.2978
dez/2016											
jun/2020											
-	18.267	0.3695	0.0814	0.0824	0.0830	0.1303	0.4586	0.2985	0.4590	0.3478	0.1465
dez/2020											

Quando analisamos as projeções feitas para o período de 2015-2020, podemos observar que as equações (3), (4) e (5) permanecem as com menores erros para os períodos de crise, com uma diferença significativa para os outros modelos, como apontado na Tabela 2. Em adicional, no período entre 2015-2020, os mesmos modelos permanecem os mais precisos e o modelo (1), sem variável explicativa além das defasagens dos modelos ARMA, permanece o pior. Assim, reforça se que a adição da volatilidade dos índices gerais da B3 nas regressões aumenta a capacidade preditiva para o PIB total.



**Tabela 3:** Testes da diferença de capacidade preditiva entre modelos para o PIB  
Total: teste DM e *Combination Test*

Período	Modelo com medida de volatilidade a ser comparado ao Modelo 2	Estatística do teste DM: modelo com volatilidade contra Modelo 2	Estatística do Combination Test	
			Modelo 2 contra combinação dos dois modelos	Modelo com volatilidade contra combinação dos dois modelos
mar/2008 - dez/2020	Modelo 7	0.240985	6.858245*	3.895677*
set/2008 - jun/2009	Modelo 7	0.496635	2.628539*	4.288589*
mar/2015 - dez/2020	Modelo 3	1.078613	15.72953*	0.494077
	Modelo 4	1.076259	15.72358*	0.54737
	Modelo 5	1.067036	15.72093*	0.535265
	Modelo 12	0.123171	14.28676*	0.101625
	Modelo 9	0.252259	16.79873*	13.97957*
jun/2015 - dez/2016	Modelo 4	1.094136	2.226069*	0.452906
	Modelo 5	1.388245	0.893559	0.174204
	Modelo 3	1.373559	0.86705	0.089214
	Modelo 6	0.406679	0.975837	0.200435
jun/2020 - dez/2020	Modelo 3	4.196845*	0.831542	1.187885
	Modelo 4	4.135324*	0.834907	1.195655
	Modelo 5	4.115112*	0.8324	1.175368
	Modelo 6	2.196846*	0.981641	33.40913*
	Modelo 12	2.254809*	0.825447	1.213719
	Modelo 9	0.821711	0.749226	0.206829
	Modelo 11	0.106927	0.964969	38.64155*

\* Significante para nível de 5%

A fim de medir a validade estatística da melhora da capacidade preditiva pela análise dos erros quadráticos, foi realizado o teste DM para comparar com o modelo (2) com todos os modelos que o superaram em cada período. Também foi gerado o *Combination Test* para esses modelos e, dessa maneira, verificar, em cada linha, se uma combinação do modelo 2 com cada modelo que inclui uma medida de volatilidade tem previsões melhores do que os modelos individualmente. Os modelos estão ordenados na Tabela 3 pela menor diferença entre os erros quadráticos.

Como visto nos resultados apresentados na Tabela 3, apenas para projeções do último período que podemos afirmar estatisticamente uma melhora da capacidade preditiva dos modelos com volatilidade financeira (em especial, os modelos (3)-(6)) no último período, isso é, de junho de 2020 a dezembro de 2020. No entanto, o *Combination Test* indica que para os outros períodos há pelo menos um ARMAX com volatilidade acionária que pode ser importante em uma combinação entre os modelos.

## II. PIB Industrial

Em relação ao PIB industrial, a Tabela 10 (anexo) indica os erros por trimestre para as projeções *outsample* entre 2008 e 2020. A Tabela 4, por sua vez, traz o consolidado em relação ao período total e para as três crises observadas.

**Tabela 4:** Soma dos Erros Quadráticos para os Períodos de Anos de Crise para o PIB Industrial, Projeções de 2008 e 2020

Data	Modelos						
	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)
mar/2008 - dez/2020	83.7776	12.3830	22.5556	25.1276	21.8627	21.0195	23.8114
set/2008 - jun/2009	17.7985	0.9618	12.5739	13.5700	10.3736	10.8664	10.3394
jun/2015 - dez/2016	8.3690	0.6670	0.5514	0.7733	0.7203	0.5309	0.7830
jun/2020 - dez/2020	33.8008	0.4631	0.3065	0.4704	0.4833	0.3096	0.3316
total ex-dez/2008	75.8321	11.5897	11.7422	11.8303	11.5854	11.9338	14.2530

Na Tabela 4 podemos observar que o modelo sem a volatilidade dos ativos financeiros, em geral, performa significativamente melhor que os outros. Da mesma forma dos resultados do PIB total, o modelo (13), ARMA(1,4) é o pior.

No entanto, se observarmos na Tabela 10 (Anexo), vemos que os modelos têm um erro significativo, especificamente o último trimestre de 2008. Dessa forma, conforme

apontado na última linha da Tabela 4, os modelos ARMAX com e sem volatilidade tem erros quadráticos praticamente iguais, com exceção do modelo (19) no período como todo, descontando o trimestre *outlier*.

Para a primeira crise observada, a Crise de 2008, enfrentamos o mesmo problema com as estimações, do *outlier* no último trimestre de 2008. Dessa forma, o modelo (14), sem a volatilidade dos ativos e com a PIM, se destaca. Entretanto, para as duas crises mais recentes, do Governo Dilma e do COVID-19, os modelos (15) e (18) se destacam. Esses modelos são os modelos atrelados ao IBov e ao INDX, além da PIM.

Foram estimados em adição os modelos (13)-(18) com projeções *outsample* feitas para o período de 2015 a 2020. A Tabela 11 (no Anexo) apresenta todos os erros quadráticos para o período e para cada modelo. Já a Tabela 5 é um consolidado, apresentando apenas as informações de soma erro quadrático total no período e nos momentos de crise avaliados.

**Tabela 5:** Soma dos Erros Quadráticos para os Períodos de Anos de Crise para o PIB Industrial, Projeções de 2015 e 2020

Data	Modelos						
	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(20)
mar/2015 - dez/2020	43.5771	2.8311	1.6018	2.9972	2.9972	1.6033	3.8224
jun/2015 - dez/2016	8.3690	0.6670	0.5514	0.7733	0.7733	0.5309	1.3152
jun/2020 - dez/2020	33.8008	0.4631	0.3065	0.4704	0.4704	0.3096	0.4187

Como evidenciado na Tabela 5, para essa abertura do PIB e nesse período, os resultados encontrados são semelhantes aos da Tabela 4. Para as projeções *outsample* para os trimestres entre 2015 e 2020 o melhor modelo permanece sendo o modelo (18) para o período de 2015-2016 e no período referente ao COVID o melhor modelo é o atrelado ao IBov, o modelo (15), seguido pelo modelo (18), com uma diferença marginal nos erros.

**Tabela 6:** Testes da diferença de capacidade preditiva entre modelos para o PIB Industrial: teste DM e *Combination Test*

Período	Modelo com medida de volatilidade a ser comparado ao Modelo 14	Estatística do teste DM: modelo com volatilidade contra Modelo 14	Estatística do <i>Combination Test</i>	
			Modelo 14 contra combinação dos dois modelos	Modelo com volatilidade contra combinação dos dois modelos
mar/2015 - dez/2020	Modelo 15	1.964504*	5.644525*	5.20018*
jun/2015 - dez/2016	Modelo 18	0.383693	15.89039*	12.7444*
	Modelo 15	0.336901	16.04239*	13.60016*
jun/2020 - dez/2020	Modelo 15	1.32483	17.02748*	8.13514*
	Modelo 18	1.226515	16.46822*	10.46656*

\* Significante para nível de 5%

Da mesma forma que para o PIB Total, foi feito o Teste DM e o *Combination Test* para todos os modelos que performaram melhor do modelo (14) em cada período em relação à capacidade preditiva, ou seja, os modelos que apresentam as projeções com menor erro do que as projeções do modelo (14). Como visto na Tabela 6, o modelo (15) é estatisticamente superior na capacidade preditiva quando analisamos a série de previsões *outsample* de todos os trimestres entre 2015 e 2020. No entanto, ao analisar por períodos separados não podemos afirmar a melhora estatística na capacidade preditiva.

Além disso, de acordo com o *Combination Test*, uma combinação entre os modelos supera qualquer um dos modelos individualmente, como visto nas duas últimas colunas da Tabela 6. Assim, podemos concluir que, apesar das previsões dos modelos não serem estatisticamente melhores em todos os períodos, é importante levar em conta a volatilidade dos ativos financeiros para prever o PIB Industrial, mesmo que seja por uma combinação dos modelos.

### III. PIB de Serviços

Por fim, a análise para o PIB de Serviços é contemplada na Tabela 12 (no Anexo) e na Tabela 7, com um consolidado dos resultados. A Tabela 12 (Anexo), indica o erro quadrático das projeções por trimestre para cada modelo. A Tabela 5 mostra o consolidado, com o total dos erros em cada período estudado.

**Tabela 7:** Soma dos Erros Quadráticos para os Períodos de Anos de Crise para o PIB de Serviços, Projeções de 2015 e 2020

Data	Modelos						
	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)
mar/2015 - dez/2020	14.8253	2.0038	3.0431	2.3366	2.3384	2.4254	3.4028
jun/2015 - dez/2016	0.9050	0.2176	0.3382	0.2228	0.2192	0.2380	0.3798
jun/2020 - dez/2020	12.4141	1.3147	2.1767	1.6411	1.6491	1.6637	1.4837

Como indicado na Tabela 5, a capacidade preditiva para o PIB de serviços não mostra melhoras com a inclusão da volatilidade dos ativos financeiros para as projeções feitas no período de 2015 a 2020. Em todos os períodos o modelo (19), que inclui apenas as pesquisas PMS e PMC como regressores além da estrutura ARMA, tem um erro menor do que os modelos que incluem os índices da B3.

Dessa forma, para todas as variáveis dependentes há uma melhora na capacidade preditiva ao adicionar às variáveis macroeconômicas como variável explicativa em comparação aos modelos que utilizam apenas as defasagens do modelo ARMA. Além disso, para o PIB total há uma clara relação de melhora da capacidade preditiva ao adicionar a volatilidade dos ativos financeiros para todos os períodos analisados.

As aberturas do PIB não têm uma relação de melhora da capacidade preditiva com a adição da volatilidade dos ativos financeiros tão clara. Para o PIB Industrial, para os

períodos mais recentes conseguimos verificar uma melhora na capacidade preditiva com a adição da medida de volatilidade nos modelos, enquanto para Crise de 2008 o modelo sem volatilidade é o mais preciso. Já para o PIB de Serviços, a relação não se mostra verdadeira, sem melhoras na capacidade preditiva com a adição da volatilidade dos ativos financeiros para todos os períodos analisados.

Para os modelos que performaram melhor do que o ARMAX com a variável explicativa macroeconômica, foram feitos os testes DM e o *Combinaiton Test*, que apontam que nem todos os modelos apresentam projeções estatisticamente melhores. No entanto, a maior parte dos modelos que apresentam melhora na capacidade, ainda que não estatística pelo teste DM, percebe-se que há importância na inclusão da volatilidade nos modelos para utilizar uma combinação entre eles.

## CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho é ampliar os estudos sobre a volatilidade acionária como preditor de indicadores macroeconômicos e analisar as evidências brasileiras. Com isso, entender como essa variável pode ser útil para a melhora nas previsões, especialmente em momentos de recessão.

Para a análise da melhora da capacidade preditiva da atividade econômica com a adição da volatilidade acionária foram estimados diversos modelos de estrutura ARMA e ARMAX, inicialmente apenas com as defasagens do modelo ARMA, depois com as defasagens do modelo e adição de uma variável macroeconômica e, por fim, adição da volatilidade acionária, além das variáveis macroeconômicas e das defasagens.

Como visto nos resultados, todos os modelos têm melhoras significativas com a adição das variáveis macroeconômicas, além de apenas os *lags* do modelo ARMA. Em relação à melhora da capacidade com a adição da volatilidade acionária, vimos que a relação se mostra clara para o PIB total. Nos modelos que adicionamos com variáveis explicativas a volatilidade dos ativos financeiros, há uma melhora na capacidade preditiva da atividade econômica para todos os períodos.

Para as aberturas do PIB a relação já não é tão clara. O PIB industrial apresenta melhoras na capacidade preditiva principalmente nos períodos mais recentes. Já o PIB de Serviços não apresenta melhora na sua previsão com a adição da volatilidade dos ativos, uma possibilidade para explicar isso é que essa abertura do PIB é a menos afetada nos momentos de recessão, como visto na Figura 1.

Dessa forma, esse setor não sente de forma muito forte as conturbações econômicas que o país está passando, como os outros setores sentem, e por esse motivo, a influência da volatilidade dos ativos econômicos é insignificante para a capacidade preditiva.

Ao fazer os testes DM foi avaliado que a melhora na capacidade preditiva dos ARMAX com volatilidade dos ativos financeiros em relação ao ARMAX com apenas a variável macroeconômica não é válida estatisticamente para todos os períodos nem para todos os modelos. Para o PIB Total temos essa relação válida para alguns dos modelos com a adição dos índices gerais, com o IBov, IBRX-100, IBRX-50 e IBRA, para a última recessão. Em relação ao PIB Industrial, essa relação só se mostra válida para o período de projeções de 2015-2020 e no modelo atrelado ao IBov.

Todavia, o *Combination Test* feito indica que para a maior parte dos modelos, mesmo que não haja melhora estatística na capacidade preditiva em comparação com os modelos ARMAX apenas de variáveis macroeconômicas, a inclusão da volatilidade dos ativos financeiros nos modelos é importante, uma vez que a combinação dos modelos se mostra mais eficaz do que eles individualmente.

Em suma, esse trabalho amplia os estudos acerca da melhora da capacidade preditiva da atividade econômica com a adição da volatilidade dos ativos financeiros para a realidade brasileira. Os resultados são positivos, principalmente para o PIB Total e Industrial, aberturas mais afetadas nas recessões, e se mostram em linha com o encontrado em outros países, como visto nos trabalhos de Chauvet et al. (2015), Christiano et al. (2014) e Campbell et al. (2001).

Com esses resultados, vemos que a utilização da volatilidade acionária pode ser útil para projetar a atividade econômica nas próximas recessões, momentos em que, em geral, os modelos tradicionais apresentam mais erros.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Sistema Gerenciador de Séries Temporais - SGS - Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/sgspub/localizarseries/localizarSeries.do?method=prepararTelaLocalizarSeries>

B3. Critério de Classificação dos Setores. Disponível em: [http://www.b3.com.br/pt\\_br/produtos-e-servicos/negociacao/renderavel/acoes/consultas/criterio-de-classificacao/](http://www.b3.com.br/pt_br/produtos-e-servicos/negociacao/renderavel/acoes/consultas/criterio-de-classificacao/)

B3. Manual de Definições e Procedimentos dos Índices da B3. Publicado em Novembro de 2018.

B3. Market Data e Índices. Disponível em: [http://www.b3.com.br/pt\\_br/market-data-e-indices/](http://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/)

CAMPBELL, J. Y., LETTAU, M., MALKIEL, B. G., & XU, Y.. **Have individual stocks become more volatile? An empirical exploration of idiosyncratic risk.** The journal of finance, 56(1), 1-43, 2001.

CHAUVET, M., SENYUZ, Z., & YOLDAS, E.. **What does financial volatility tell us about macroeconomic fluctuations?.** Journal of Economic Dynamics and Control, 52, 340-360, 2015.

CHRISTIANO, L. J., MOTTO, R., & ROSTAGNO, M.. **Risk shocks.** American Economic Review, 104(1), 27-65, 2014.

COCHRANE, J. H.. **Time series for macroeconomics and finance.** Manuscript, University of Chicago, 1-136, 2005.

DIEBOLD, F.X. & MARIANO, R.S.. **Comparing Predictive Accuracy I: An Asymptotic Test**, Discussion Paper 52, Institute for Empirical Macroeconomics, Federal Reserve Bank of Minneapolis, 1991.

DIEBOLD, F.X. & MARIANO, R.S.. **Comparing Predictive Accuracy**. Journal of Business and Economic Statistics, 13, 253-263, 1995

Diebold, F. X.. **Comparing Predictive Accuracy, Twenty Years Later: A Personal Perspective on the Use and Abuse of Diebold-Mariano Tests**. Journal of Business and Economic Statistics, 2013

ESTRELLA, A., MISHKIN, F. S.. **Predicting US recessions: Financial variables as leading indicators**. Review of Economics and Statistics, v. 80, n. 1, p. 45-61, 1998.

FAMA, Eugene F.. **Stock returns, expected returns, and real activity**. The journal of finance, v. 45, n. 4, p. 1089-1108, 1990.

FAUST, Jon; WRIGHT, Jonathan H.. **Forecasting inflation**. In: **Handbook of economic forecasting**. Elsevier, p. 2-56, 2013.

FERRARA, L., MARSILLI, C., ORTEGA, J. P.. **Forecasting growth during the Great Recession: is financial volatility the missing ingredient?**. Economic Modelling, v. 36, p. 44-50, 2014.

GILCHRIST, S., ZAKRAJŠEK, E.. **Credit spreads and business cycle fluctuations**. American Economic Review, v. 102, n. 4, p. 1692-1720, 2012.

GUO, H.. **Stock market returns, volatility, and future output**. Inter-university Consortium for Political and Social Research, 2003.

HAMILTON, J. D., LIN, G.. **Stock market volatility and the business cycle**. Journal of applied econometrics, v. 11, n. 5, p. 573-593, 1996.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA: IBGE. Série de Relatórios Metodológicos Volume 15: Pesquisa Mensal de Comércio. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101712.pdf>. Acesso em 29/06/2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA: IBGE. Série de Relatórios Metodológicos Volume 24: Sistema de Contas Nacionais Brasil, Ano de Referência 2010. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv98142.pdf> . Acesso em 29/06/2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA: IBGE. Série de Relatórios Metodológicos Volume 31: Indicadores Conjunturais da Indústria. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94589.pdf> . Acesso em 29/06/2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA: IBGE. Série de Relatórios Metodológicos Volume 42: Pesquisa Mensal de Serviços. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101740.pdf>. Acesso em 29/06/2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA: IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/pnadcm>

PINTO, R. B. **Finanças Comportamentais e Metodologia Box & Jenkins: Uma Aplicação no Mercado Brasileiro**. Dissertação de Mestrado. PUC-Rio. Rio de Janeiro, Brasil, 2006.

STOCK, J. H., W WATSON, M.. **Forecasting output and inflation: The role of asset prices**. Journal of Economic Literature, v. 41, n. 3, p. 788-829, 2003.

Zhang, Y., Wei, Y., Zhang, Y., & Jin, D.. **Forecasting oil price volatility: Forecast combination versus shrinkage method.** *Energy Economics*, 80, 423-433, 2019.

## ANEXO

**Tabela 8:** Erro Quadrático por Período com Projeções entre 2008 e 2020 para o PIB Total

Data	Modelos						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Mar-08	0.0499	0.1362	0.1304	0.1265	0.1282	0.0608	0.1228
Jun-08	0.1500	0.0406	0.0445	0.0430	0.0417	0.0047	0.0422
Sep-08	0.2395	0.1426	0.1274	0.1270	0.1259	0.0859	0.1877
Dec-08	2.2078	0.1522	0.0407	0.0503	0.0466	0.0810	0.0823
Mar-09	3.0990	0.0209	0.1467	0.1520	0.1475	0.1903	0.0099
Jun-09	1.7640	0.0390	0.2518	0.1724	0.1728	0.2295	0.0283
Sep-09	0.2790	0.0070	0.2121	0.1875	0.1908	0.4106	0.0107
Dec-09	0.6864	0.1320	0.1412	0.1531	0.1561	0.4635	0.0829
Mar-10	0.7236	0.0895	0.3070	0.2893	0.2864	0.1103	0.2210
Jun-10	0.3234	0.0024	0.0015	0.0031	0.0031	0.0234	0.0531
Sep-10	0.0645	0.0116	0.0157	0.0160	0.0168	0.0124	0.0027
Dec-10	0.0250	0.0028	0.0036	0.0053	0.0055	0.0016	0.0024
Mar-11	0.0093	0.0912	0.1630	0.1611	0.1607	0.1877	0.1135
Jun-11	0.0015	0.0324	0.0522	0.0586	0.0583	0.1895	0.0354
Sep-11	0.0680	0.0021	0.0099	0.0091	0.0095	0.0243	0.0000
Dec-11	0.1200	0.0019	0.0415	0.0444	0.0415	0.0528	0.0001
Mar-12	0.2766	0.0179	0.1135	0.1171	0.1158	0.2048	0.0121
Jun-12	0.2860	0.0175	0.0006	0.0015	0.0018	0.0114	0.0164
Sep-12	0.0011	0.0691	0.2993	0.3173	0.3171	0.3240	0.0433
Dec-12	0.2488	0.0044	0.0007	0.0009	0.0008	0.0656	0.0060
Mar-13	0.0010	0.0006	0.0715	0.0735	0.0735	0.0680	0.0020
Jun-13	0.0042	0.0024	0.0107	0.0106	0.0114	0.0474	0.0049
Sep-13	0.1288	0.0265	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	0.0296
Dec-13	0.0155	0.0971	0.0273	0.0262	0.0256	0.0328	0.0971
Mar-14	0.0032	0.0172	0.1089	0.1065	0.1067	0.0424	0.0541

Jun-14	1.7937	0.1210	0.0199	0.0186	0.0183	0.0822	0.0031
Sep-14	0.0152	0.0452	0.0062	0.0050	0.0051	0.0181	0.0609
Dec-14	1.3342	0.0009	0.0415	0.0331	0.0303	0.0160	0.0009
Mar-15	0.3922	0.0486	0.0050	0.0066	0.0071	0.0227	0.0322
Jun-15	2.1537	0.0667	0.0075	0.0064	0.0064	0.0176	0.0687
Sep-15	1.3210	0.0344	0.0270	0.0271	0.0273	0.0457	0.0192
Dec-15	3.2583	0.1102	0.0003	0.0002	0.0003	0.0184	0.0846
Mar-16	0.9536	0.0244	0.0131	0.0121	0.0112	0.0115	0.0164
Jun-16	1.2223	0.0341	0.0000	0.0000	0.0000	0.0009	0.0114
Sep-16	0.4385	0.0028	0.0383	0.0379	0.0386	0.0476	0.0012
Dec-16	0.9537	0.0003	0.0388	0.0376	0.0378	0.0915	0.0034
Mar-17	0.0178	0.0219	0.0000	0.0000	0.0000	0.0141	0.0192
Jun-17	0.4420	0.0211	0.1027	0.1010	0.1016	0.1057	0.0182
Sep-17	0.0920	0.0005	0.0050	0.0054	0.0054	0.0567	0.0004
Dec-17	0.0746	0.0027	0.0380	0.0382	0.0382	0.0538	0.0001
Mar-18	0.0007	0.0193	0.0633	0.0632	0.0629	0.1179	0.0201
Jun-18	0.1178	0.0001	0.0091	0.0090	0.0089	0.0463	0.0009
Sep-18	0.0233	0.0001	0.0051	0.0045	0.0045	0.0069	0.0020
Dec-18	0.1549	0.0170	0.0003	0.0003	0.0004	0.0000	0.0162
Mar-19	0.0028	0.0009	0.0343	0.0342	0.0336	0.0280	0.0007
Jun-19	0.0680	0.0105	0.0001	0.0002	0.0002	0.0121	0.0048
Sep-19	0.0137	0.0039	0.0567	0.0565	0.0561	0.0621	0.0023
Dec-19	0.0201	0.0034	0.0028	0.0030	0.0031	0.0325	0.0011
Mar-20	0.5350	0.0412	0.0256	0.0305	0.0321	0.0416	0.0378
Jun-20	12.4774	0.1418	0.0003	0.0001	0.0002	0.0011	0.1477
Sep-20	1.5488	0.1423	0.0648	0.0652	0.0659	0.0591	0.1354
Dec-20	4.2418	0.0854	0.0163	0.0171	0.0169	0.0701	0.0362

**Tabela 9:** Erro Quadrático por Período com Projeções entre 2015 e 2020 para o PIB Total

Data	Modelos										
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Mar-15	0.3922	0.0486	0.0050	0.0066	0.0071	0.0227	0.0806	0.0803	0.0854	0.0043	0.0735
Jun-15	2.1537	0.0667	0.0075	0.0064	0.0064	0.0176	0.1337	0.0947	0.1429	0.1486	0.2384
Sep-15	1.3210	0.0344	0.0270	0.0271	0.0273	0.0457	0.0639	0.0300	0.0709	0.0502	0.0278
Dec-15	3.2583	0.1102	0.0003	0.0002	0.0003	0.0184	0.1547	0.0952	0.1630	0.0131	0.0006
Mar-16	0.9536	0.0244	0.0131	0.0121	0.0112	0.0115	0.0661	0.0472	0.0632	0.0860	0.0226
Jun-16	1.2223	0.0341	0.0000	0.0000	0.0000	0.0009	0.0337	0.0172	0.0335	0.0027	0.0000
Sep-16	0.4385	0.0028	0.0383	0.0379	0.0386	0.0476	0.0131	0.0014	0.0139	0.0016	0.0001
Dec-16	0.9537	0.0003	0.0388	0.0376	0.0378	0.0915	0.0002	0.0017	0.0002	0.0032	0.0083
Mar-17	0.0178	0.0219	0.0000	0.0000	0.0000	0.0141	0.0249	0.0121	0.0260	0.0130	0.0193
Jun-17	0.4420	0.0211	0.1027	0.1010	0.1016	0.1057	0.0156	0.0338	0.0144	0.0218	0.0727
Sep-17	0.0920	0.0005	0.0050	0.0054	0.0054	0.0567	0.0000	0.0027	0.0000	0.0033	0.0041
Dec-17	0.0746	0.0027	0.0380	0.0382	0.0382	0.0538	0.0016	0.0022	0.0016	0.0000	0.0001
Mar-18	0.0007	0.0193	0.0633	0.0632	0.0629	0.1179	0.0131	0.0045	0.0140	0.0304	0.0360
Jun-18	0.1178	0.0001	0.0091	0.0090	0.0089	0.0463	0.0001	0.0008	0.0001	0.0023	0.0001
Sep-18	0.0233	0.0001	0.0051	0.0045	0.0045	0.0069	0.0003	0.0031	0.0002	0.0475	0.0086
Dec-18	0.1549	0.0170	0.0003	0.0003	0.0004	0.0000	0.0216	0.0145	0.0203	0.0541	0.0485
Mar-19	0.0028	0.0009	0.0343	0.0342	0.0336	0.0280	0.0000	0.0028	0.0000	0.0001	0.0036
Jun-19	0.0680	0.0105	0.0001	0.0002	0.0002	0.0121	0.0186	0.0207	0.0177	0.0281	0.0235
Sep-19	0.0137	0.0039	0.0567	0.0565	0.0561	0.0621	0.0032	0.0096	0.0030	0.0003	0.0002
Dec-19	0.0201	0.0034	0.0028	0.0030	0.0031	0.0325	0.0034	0.0031	0.0035	0.0032	0.0150
Mar-20	0.5350	0.0412	0.0256	0.0305	0.0321	0.0416	0.0000	0.0313	0.0000	0.2183	0.0504
Jun-20	12.4774	0.1418	0.0003	0.0001	0.0002	0.0011	0.0624	0.1035	0.0641	0.0092	0.0019
Sep-20	1.5488	0.1423	0.0648	0.0652	0.0659	0.0591	0.2387	0.1742	0.2369	0.1549	0.1065
Dec-20	4.2418	0.0854	0.0163	0.0171	0.0169	0.0701	0.1575	0.0208	0.1579	0.1838	0.0381

**Tabela 10:** Erro Quadrático por Período com Projeções entre 2008 e 2020 para o PIB Industrial

Data	Modelos						
	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)
Mar-08	0.8804	0.3929	0.0103	0.0082	0.0037	0.0191	0.0095
Jun-08	0.0004	0.0180	0.0657	0.2387	0.0721	0.2918	0.0697
Sep-08	0.0422	0.0726	0.2356	0.2522	0.0693	0.3055	0.3788
Dec-08	7.9454	0.7933	10.8134	13.2973	10.2773	9.0857	9.5584
Mar-09	9.7061	0.0503	1.0042	0.0000	0.0025	0.9807	0.4018
Jun-09	0.1047	0.0455	0.5207	0.0205	0.0245	0.4945	0.0004
Sep-09	0.1316	0.0088	0.0228	0.0228	0.0251	0.0346	0.0067
Dec-09	0.6908	0.0087	0.0126	0.0234	0.0226	0.0097	0.2724
Mar-10	1.9304	0.1882	0.0154	0.1210	0.1239	0.0139	0.1547
Jun-10	0.0186	0.1829	0.2015	0.1404	0.1480	0.1922	0.0000
Sep-10	0.4229	0.0085	0.0655	0.0006	0.0011	0.0591	0.3241
Dec-10	0.0029	0.2313	0.3097	0.2575	0.2647	0.3093	0.7270
Mar-11	1.9138	0.7074	0.3119	0.5283	0.5374	0.2947	2.0137
Jun-11	0.0006	0.9028	0.6140	0.7483	0.7655	0.5827	0.6409
Sep-11	0.7712	0.0000	0.0392	0.0211	0.0525	0.0425	0.1710
Dec-11	0.4119	0.0799	0.0023	0.1139	0.0780	0.0007	0.0009
Mar-12	1.4481	2.3753	1.5550	2.0191	1.9625	1.5925	1.2582
Jun-12	3.3195	1.5616	1.8413	1.0227	1.2123	1.8972	1.5377
Sep-12	0.2543	0.0352	0.0802	0.1323	0.0760	0.0534	0.0113
Dec-12	1.4693	0.5757	0.5000	0.5764	0.6384	0.5943	0.6922
Mar-13	0.4685	0.1414	0.6842	0.5794	0.6923	0.6893	0.7448
Jun-13	0.0027	0.0049	0.0520	0.0077	0.0079	0.0430	0.1260
Sep-13	0.4844	0.0034	0.0232	0.0274	0.0083	0.0194	0.0396
Dec-13	1.0019	0.0214	0.1412	0.0015	0.0008	0.1733	0.6094
Mar-14	0.4549	0.2461	0.4387	0.6150	0.5942	0.4405	0.4668
Jun-14	5.0022	0.4723	0.5118	0.6416	0.6709	0.4417	0.4615
Sep-14	0.9160	0.3355	0.1340	0.3551	0.3498	0.1362	0.1092
Dec-14	0.4047	0.0878	0.7498	0.3582	0.2454	0.6186	0.5890



Mar-15	0.3371	0.0013	0.0045	0.0089	0.0043	0.0059	0.0439
Jun-15	4.5555	0.1813	0.0328	0.2409	0.2169	0.0226	0.0033
Sep-15	1.1128	0.0120	0.1801	0.0123	0.0155	0.1857	0.2898
Dec-15	1.7015	0.0000	0.0293	0.0002	0.0000	0.0300	0.0019
Mar-16	0.0714	0.0274	0.1372	0.0426	0.0382	0.1327	0.1113
Jun-16	0.0316	0.0567	0.0081	0.0595	0.0533	0.0071	0.0050
Sep-16	0.2350	0.0414	0.0050	0.0655	0.0561	0.0022	0.0091
Dec-16	0.6610	0.3482	0.1588	0.3523	0.3402	0.1507	0.3625
Mar-17	0.0974	0.8581	0.4485	0.8944	0.8909	0.4531	0.6889
Jun-17	0.0379	0.1944	0.0018	0.1900	0.1873	0.0033	0.0087
Sep-17	0.0607	0.4041	0.1242	0.4408	0.4267	0.1132	0.2644
Dec-17	0.1523	0.0417	0.0085	0.0408	0.0405	0.0075	0.0215
Mar-18	0.0446	0.1367	0.0155	0.1362	0.1367	0.0167	0.0002
Jun-18	0.0522	0.0079	0.0149	0.0072	0.0075	0.0136	0.0055
Sep-18	0.0171	0.0208	0.0042	0.0152	0.0170	0.0012	0.0656
Dec-18	0.0501	0.0009	0.0322	0.0006	0.0006	0.0361	0.0338
Mar-19	0.0920	0.0053	0.0038	0.0063	0.0055	0.0046	0.0126
Jun-19	0.0638	0.0070	0.0123	0.0045	0.0053	0.0426	0.0111
Sep-19	0.0005	0.0038	0.0327	0.0043	0.0049	0.0322	0.0365
Dec-19	0.0001	0.0066	0.0252	0.0040	0.0044	0.0293	0.0063
Mar-20	0.4012	0.0125	0.0134	0.0001	0.0003	0.0035	0.1219
Jun-20	17.8714	0.0385	0.0650	0.0294	0.0303	0.0707	0.0562
Sep-20	15.6089	0.2655	0.1782	0.2881	0.2948	0.1689	0.2193
Dec-20	0.3205	0.1591	0.0633	0.1529	0.1582	0.0700	0.0562

**Tabela 11:** Erro Quadrático por Período com Projeções entre 2015 e 2020 para o PIB Industrial

Data	Modelos						
	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(20)
Mar-15	0.3371	0.0161	0.0045	0.0089	0.0089	0.0059	0.0739
Jun-15	4.5555	0.0201	0.0328	0.2409	0.2409	0.0226	0.1360
Sep-15	1.1128	0.1713	0.1801	0.0123	0.0123	0.1857	0.1928
Dec-15	1.7015	0.0339	0.0293	0.0002	0.0002	0.0300	0.0115
Mar-16	0.0714	0.1070	0.1372	0.0426	0.0426	0.1327	0.0389
Jun-16	0.0316	0.0071	0.0081	0.0595	0.0595	0.0071	0.1342
Sep-16	0.2350	0.0006	0.0050	0.0655	0.0655	0.0022	0.0400
Dec-16	0.6610	0.3482	0.1588	0.3523	0.3523	0.1507	0.7617
Mar-17	0.0974	0.8581	0.4485	0.8944	0.8944	0.4531	1.4385
Jun-17	0.0379	0.1944	0.0018	0.1900	0.1900	0.0033	0.0244
Sep-17	0.0607	0.4041	0.1242	0.4408	0.4408	0.1132	0.3587
Dec-17	0.1523	0.0417	0.0085	0.0408	0.0408	0.0075	0.0245
Mar-18	0.0446	0.1367	0.0155	0.1362	0.1362	0.0167	0.0018
Jun-18	0.0522	0.0079	0.0149	0.0072	0.0072	0.0136	0.0005
Sep-18	0.0171	0.0208	0.0042	0.0152	0.0152	0.0012	0.0120
Dec-18	0.0501	0.0009	0.0322	0.0006	0.0006	0.0361	0.0019
Mar-19	0.0920	0.0053	0.0038	0.0063	0.0063	0.0046	0.0077
Jun-19	0.0638	0.0070	0.0144	0.0045	0.0045	0.0426	0.0038
Sep-19	0.0005	0.0038	0.0327	0.0043	0.0043	0.0322	0.0034
Dec-19	0.0001	0.0066	0.0252	0.0040	0.0040	0.0293	0.0082
Mar-20	0.4012	0.0125	0.0134	0.0001	0.0001	0.0035	0.1292
Jun-20	17.8714	0.0385	0.0650	0.0294	0.0294	0.0707	0.0385
Sep-20	15.6089	0.2655	0.1782	0.2881	0.2881	0.1689	0.2354
Dec-20	0.3205	0.1591	0.0633	0.1529	0.1529	0.0700	0.1448

**Tabela 12:** Erro Quadrático por Período com Projeções entre 2015 e 2020 para o PIB de Serviços

Data	Modelos						
	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)
Mar-15	0.4518	0.0678	0.0978	0.0475	0.0558	0.0341	0.1203
Jun-15	0.3068	0.0208	0.0665	0.0211	0.0215	0.0217	0.1167
Sep-15	0.3536	0.0693	0.1573	0.0866	0.0848	0.0968	0.0680
Dec-15	0.1419	0.0005	0.0227	0.0000	0.0000	0.0002	0.0012
Mar-16	0.0201	0.0000	0.0254	0.0028	0.0021	0.0040	0.0002
Jun-16	0.0402	0.0970	0.0464	0.0737	0.0742	0.0691	0.1353
Sep-16	0.0042	0.0262	0.0195	0.0315	0.0296	0.0379	0.0566
Dec-16	0.0382	0.0037	0.0005	0.0071	0.0069	0.0084	0.0018
Mar-17	0.0131	0.0668	0.0737	0.0744	0.0770	0.0690	0.0605
Jun-17	0.1568	0.0031	0.0100	0.0000	0.0000	0.0001	0.0012
Sep-17	0.0926	0.0032	0.0353	0.0000	0.0000	0.0001	0.0087
Dec-17	0.0660	0.0145	0.0011	0.0163	0.0163	0.0157	0.0181
Mar-18	0.0033	0.1334	0.0447	0.0785	0.0789	0.0785	0.1592
Jun-18	0.0520	0.0003	0.0006	0.0003	0.0003	0.0002	0.0038
Sep-18	0.0003	0.0046	0.0147	0.0015	0.0021	0.0006	0.0073
Dec-18	0.0176	0.0091	0.0056	0.0072	0.0076	0.0061	0.0118
Mar-19	0.0007	0.0484	0.0616	0.0503	0.0495	0.0481	0.0309
Jun-19	0.0111	0.0222	0.0169	0.0163	0.0171	0.0149	0.0061
Sep-19	0.0125	0.0085	0.0024	0.0081	0.0082	0.0101	0.0183
Dec-19	0.0100	0.0051	0.0003	0.0078	0.0073	0.0099	0.0101
Mar-20	0.6184	0.0844	0.1636	0.1645	0.1499	0.2363	1.0831
Jun-20	9.8447	1.1767	1.3164	1.4874	1.4939	1.5140	1.3194
Sep-20	2.2834	0.1109	0.7738	0.1110	0.1124	0.1051	0.1339
Dec-20	0.2860	0.0271	0.0865	0.0427	0.0427	0.0447	0.0304

