



**Eduardo Oliveira Marinho**

**Previendo a Produção Industrial americana em ambientes de alta dimensionalidade, através de Mercados Financeiros, sentimentos, expectativas e variáveis econômicas**

**Dissertação de Mestrado**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção de grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Macroeconomia e Finanças do Departamento de Economia do Centro de Ciências Sociais da PUC-Rio.

Orientador: Prof. Marcelo Cunha Medeiros

Co-Orientador: Prof. Gabriel Filipe Rodrigues Vasconcelos

Rio de Janeiro  
Abril de 2019



**Eduardo Oliveira Marinho**

**Prevendo a Produção Industrial americana em ambientes de alta dimensionalidade, através de Mercados Financeiros, sentimentos, expectativas e variáveis econômicas**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção de grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Macroeconomia e Finanças do Departamento de Economia do Centro de Ciências Sociais da PUC-Rio. Aprovado pela Comissão Examinadora abaixo

**Prof. Marcelo Cunha Medeiros**

Orientador

Departamento de Economia – PUC-Rio

**Prof. Gabriel Filipe Rodrigues Vasconcelos**

Co-Orientador

Departamento de Economia – PUC-Rio

**Prof. Márcio Gomes Pinto Garcia**

Departamento de Economia – PUC-Rio

**Prof. Waldyr Dutra Areosa**

Departamento de Economia – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 08 de abril de 2019

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

## **Eduardo Oliveira Marinho**

Graduou-se pela UFF em Ciências econômicas em 2007.

### Ficha Catalográfica

Marinho, Eduardo Oliveira

Prevendo a produção industrial americana em ambientes de alta dimensionalidade, através de mercados financeiros, sentimentos, expectativas e variáveis econômicas / Eduardo Oliveira Marinho ; orientador: Marcelo Cunha Medeiros ; co-orientador: Gabriel Filipe Rodrigues Vasconcelos. – 2019.  
126 f. : il. color. ; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Economia, 2019.

Inclui bibliografia

1. Economia – Teses. 2. Alta dimensionalidade. 3. Lasso. 4. Ridge. 5. Bagging. 6. RandomForest. I. Medeiros, Marcelo Cunha. II. Vasconcelos, Gabriel Filipe Rodrigues. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Economia. IV. Título.

CDD: 330

## Agradecimentos

Agradeço à minha esposa Maristela e aos meus demais familiares pela paciência, suporte e motivação dados durante as minhas ausências e no decorrer do curso.

Agradeço aos meus orientadores (Marcelo Medeiros e Gabriel Vasconcellos) pelas direções dadas ao trabalho, principalmente me dando foco.

Agradeço ao corpo docente da PUC e aos monitores por todo o período de aprendizado de alto nível que passei nestes dois anos.

Agradeço à Bianca Belloti secretária do curso pelo apoio dado aos alunos durante todo o período da pós-graduação.

## Resumo

Marinho, Eduardo Oliveira; Medeiros, Marcelo Cunha; Vasconcelos, Gabriel Filipe Rodrigues. **Prevendo a Produção Industrial americana em ambientes de alta dimensionalidade, através de Mercados Financeiros, sentimentos, expectativas e variáveis econômicas.** Rio de Janeiro, 2019. 126p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Economia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

O presente trabalho traz 6 diferentes técnicas de previsão para a variação mensal do Índice da Produção Industrial americana em 3 ambientes diferentes totalizando 18 modelos. No primeiro ambiente foram usados como variáveis explicativas a própria defasagem da variação mensal do Índice da produção industrial e outras 55 variáveis de mercado e de expectativa tais quais retornos setoriais, prêmio de risco de mercado, volatilidade implícita, prêmio de taxa de juros (corporate e longo prazo), sentimento do consumidor e índice de incerteza. No segundo ambiente foi usado à data base do FRED com 130 variáveis econômicas como variáveis explicativas. No terceiro ambiente foram usadas as variáveis mais relevantes do ambiente 1 e do ambiente 2. Observa-se no trabalho uma melhora em prever o IP contra um modelo AR e algumas interpretações a respeito do comportamento da economia americana nos últimos 45 anos (importância de setores econômicos, períodos de incerteza, mudanças na resposta a prêmio de risco, volatilidade e taxa de juros).

### Palavras-chave

Alta dimensionalidade, Lasso, Ridge, Bagging, RandomForest, Produção Industrial, Expectativas, Sentimento, Incerteza, volatilidade, prêmio de risco, prêmio a termo, taxa de juros.

## Abstract

Marinho, Eduardo Oliveira; Medeiros, Marcelo Cunha (Advisor); Vasconcelos, Gabriel Filipe Rodrigues (Co-Advisor). **Forecasting American Industrial Production with high dimensional environments from Financial Markets, sentiments, expectations, and economic variables.** Rio de Janeiro, 2019. 126p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Economia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

This thesis presents 6 different forecasting techniques for the monthly variation of the American Industrial Production Index in 3 different environments, totaling 18 models. In the first environment, the lags of the monthly variation of the industrial production index and other 55 market and expectation variables such as sector returns, market risk premium, implied volatility, and interest rate risk premiums (corporate premium and long term premium), consumer sentiment and uncertainty index. In the second environment was used the FRED data base with 130 economic variables as explanatory variables. In the third environment, the most relevant variables of environment 1 and environment 2 were used. It was observed an improvement in predicting IP against an AR model and some interpretations regarding the behavior of the American economy in the last 45 years (importance of sectors, uncertainty periods, and changes in response to risk premium, volatility and interest rate).

## Keywords

High dimension, Lasso Ridge, Bagging, RandomForest, Industrial Production, Expectations, Sentiment, Uncertainty, volatility, risk premium, term premium, interest rate.

## Sumário

Introdução .....	13
1. Modelos de previsão .....	17
1.1. Detalhamento dos Modelos.....	18
1.2 Medidas de avaliação.....	21
2. Resultados .....	23
3. Seleção de Variáveis e interpretação dos Betas .....	26
3.1 Conclusões principais .....	26
3.2 Setores selecionados pelos principais modelos .....	27
3.3 Detalhamento de variáveis selecionadas .....	29
4. Conclusão .....	38
6. Referências bibliográficas .....	40
7. Anexos .....	43

## Lista de tabelas

Tabela 1: Resumo todos modelos.....	23
Tabela 2: Diebold Mariano todos os modelos em relação ao AR (1 mês e trimestre a frente).....	25
Tabela 12: Seleção de variáveis ambiente 1.....	74
Tabela 13: Seleção de variáveis ambiente 2.....	75
Tabela 14: Análise sinal 1 (1 mês à frente).....	79
Tabela 15: Análise sinal 1 (trimestre à frente).....	79
Tabela 16: Análise sinal 2 (1 mês à frente).....	79
Tabela 17: Análise sinal 2 (trimestre à frente).....	79
Tabela 18: Diebold Mariano (1 mês à frente).....	80
Tabela 19: Diebold Mariano (trimestre à frente).....	80
Tabela 20: Análise sinal 1 (1 mês à frente).....	84
Tabela 21: Análise sinal 1 (trimestre à frente – 2º Ambiente).....	84
Tabela22: Análise sinal 2 (1 mês à frente - 2º Ambiente).....	85
Tabela 23: Análise sinal 2 (trimestre a frente – 2º Ambiente).....	85
Tabela 24: Diebold Mariano (1 mês à frente – 2º Ambiente).....	85
Tabela 25: Diebold Mariano (trimestre à frente – 2º Ambiente).....	86
Tabela 26: Análise sinal 1 (1 mês à frente).....	89
Tabela 27: Análise sinal 1 (trimestre à frente).....	89
Tabela 28: Análise sinal 2 (1 mês à frente).....	89
Tabela 29: Análise sinal 2 (trimestre à frente).....	90
Tabela 30: Diebold Mariano (1 mês à frente – 3º Ambiente).....	90
Tabela 31: Diebold Mariano (trimestre à frente – 2º Ambiente).....	90
Tabela 32: Importância das Covariáveis (Ridge 1 mês à frente).....	92
Tabela 33: Importância das Covariáveis (Ridge 2 meses à frente).....	94



Tabela 34: Importância das Covariáveis (Ridge 3 meses à frente) .....	94
Tabela 35: Importância das Covariáveis (RandomForest 1 à frente) .....	95
Tabela 36: Importância das Covariáveis (RandomForest 2 meses à frente).....	96
Tabela 37: Importância das Covariáveis (RandomForest 3 meses à frente).....	97
Tabela 38: Importância das Covariáveis (Bagging Linear 1 mês à frente) .....	97
Tabela 39: Importância das Covariáveis (Bagging Linear 2 meses à frente) .....	98
Tabela 40: Importância das Covariáveis (Bagging Linear 3 meses à frente) .....	99
Tabela: 41 Importância das defasagens (Ridge 1 mês à frente).....	99
Tabela 42: Importância das defasagens (Ridge 2 meses à frente) .....	100
Tabela 43: Importância das defasagens (Ridge 3 meses à frente) .....	100
Tabela 44: Top 10 variáveis modelo Ridge .....	100
Tabela 45: Importância das defasagens (RandomForest 1 mês à frente).....	101
Tabela 46: Importância das defasagens (RandomForest 2 meses à frente).....	101
Tabela 47: Importância das defasagens (RandomForest 3 meses à frente).....	101
Tabela 48: Top 10 variáveis modelo RandomForest.....	101
Tabela 49: Importância das defasagens (Bagging 1 mês à frente) .....	102
Tabela 50: Importância das defasagens (Bagging 2 meses à frente) .....	102
Tabela 51: Importância das defasagens (Bagging 3 meses à frente) .....	102
Tabela 52: Top 10 variáveis modelo Bagging .....	102
Tabela 53: Importância das Covariáveis (Ridge 1 mês à frente – 2º Ambiente) ..	103
Tabela 54: Importância das Covariáveis (Ridge 2 meses à frente – 2º Ambiente).....	105
Tabela 55: Importância das Covariáveis (Ridge 3 meses à frente – 2º Ambiente).....	105
Tabela 56: Importância das Covariáveis (RandomForest 1 mês à frente – 2º Ambiente).....	106
Tabela 57: Importância das Covariáveis (RandomForest 2 meses à frente – 2º Ambiente).....	108
Tabela 58: Importância das Covariáveis (RandomForest 3 meses à frente – 2º Ambiente).....	108
Tabela 59: Importância das Covariáveis (Bagging 1 mês à frente – 2º Ambiente) ..	109
Tabela 60: Importância das Covariáveis (Bagging 2 meses à frente – 2º Ambiente).....	110
Tabela 61: Importância das Covariáveis (Bagging 3 meses à frente – 2º Ambiente).....	110
Tabela 62: Importância das defasagens (Ridge 1 mês à frente).....	111
Tabela 63: Importância das defasagens (Ridge 2 meses à frente) .....	111

Tabela 64: Importância das defasagens (Ridge 3 meses à frente) .....	112
Tabela 65: Top 10 variáveis modelo Ridge .....	112
Tabela 66: Importância das defasagens (RandomForest 1 mês à frente).....	112
Tabela 67: Importância das defasagens (RandomForest 2 meses à frente).....	113
Tabela 68: Importância das defasagens (RandomForest 3 meses à frente).....	113
Tabela 69: Top 10 variáveis modelo RandomForest.....	113
Tabela 70: Importância das Covariáveis (Ridge 1 meses à frente) .....	114
Tabela 71: Importância das Covariáveis (Ridge 2 meses à frente) .....	115
Tabela 72: Importância das Covariáveis (Ridge 3 meses à frente).....	116
Tabela 73: Importância das Covariáveis (RandomForest 1 meses à frente).....	117
Tabela 74: Importância das Covariáveis (RandomForest 2 meses à frente).....	118
Tabela 75: Importância das Covariáveis (RandomForest 3 meses à frente).....	119
Tabela 76: Importância das Covariáveis (Bagging 1 meses à frente) .....	120
Tabela 77: Importância das Covariáveis (Bagging 2 meses à frente) .....	121
Tabela 78: Importância das Covariáveis (Bagging 3 meses à frente).....	122
Tabela 79: Importância das defasagens (Ridge 1 mês a frente).....	123
Tabela 80: Importância das defasagens (Ridge 2 meses a frente) .....	123
Tabela 81: Importância das defasagens (Ridge 3 meses a frente) .....	123
Tabela 82: Top 10 variáveis modelo Ridge .....	124
Tabela 83: Importância das defasagens (RandomForest 1 mês a frente).....	124
Tabela 84: Importância das defasagens (RandomForest 2 meses a frente).....	124
Tabela 85: Importância das defasagens (RandomForest 3 meses a frente).....	124
Tabela 86: Top 10 variáveis modelo RandomForest.....	124
Tabela 87: Importância das defasagens (Bagging 1 mês a frente) .....	124
Tabela 88: Importância das defasagens (Bagging 2 meses a frente) .....	125
Tabela 89: Importância das defasagens (Bagging 3 meses a frente) .....	125
Tabela 90: Top 10 variáveis modelo Bagging .....	125
Tabela 91: Correlação IP e variáveis monetárias.....	126
Tabela 92: Correlação IP e Help-Wanted Index for United States .....	126
Tabela 93: Correlação IP e CPI - Medical Care .....	126
Tabela 94: Correlação IP e Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding .....	126
Tabela 95: Correlação IP e Franco suíço .....	126
Tabela 96: Correlação IP e variáveis Housing .....	126
Tabela 97: Correlação IP com Uncertain Index e Consumer Sentiment Index.....	126
Tabela 98: Correlação IP e Telcm e Insur .....	126

## Lista de gráficos

Gráfico 1: Rolling RMSE (1 mês a frente – Modelos Vencedores).....	24
Gráfico 2: Importância Preditiva dos setores Econômicos – Random Forest A2	27
Gráfico 3: Importância Preditiva dos setores Econômicos – Ridge A3.....	28
Gráfico 4: Década de 70 variáveis monetárias.....	30
Gráfico 5: Help-Wanted Index for United States.....	31
Gráfico 6: CPI - Medical Care.....	32
Gráfico 7: Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding .....	33
Gráfico 8: Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate .....	34
Gráfico 9: Housing.....	35
Gráfico 10: Uncertain Index & Consumer Sentiment Index.....	36
Gráfico 11: Telcm & Insur.....	37
Gráfico 12: RMSE (1 mês à frente) .....	76
Gráfico 13: MAE (1 mês à frente).....	77
Gráfico 14: MAD (1 mês à frente).....	77
Gráfico 15: RMSE (Trimestre à frente).....	77
Gráfico 16: MAE (Trimestre à frente) .....	78
Gráfico 17: MAD (Trimestre à frente) .....	78
Gráfico 18: RMSE (1 mês à frente – 2º Ambiente).....	81
Gráfico 19: MAE (1 mês à frente – 2º Ambiente) .....	82
Gráfico 20: MAD (1 mês à frente – 2º Ambiente) .....	82
Gráfico 21: RMSE (Trimestre à frente – 2º Ambiente).....	83
Gráfico 22: MAE (Trimestre à frente – 2º Ambiente) .....	83
Gráfico 23: MAD (Trimestre à frente – 2º Ambiente).....	84
Gráfico 24: RMSE (1 mês à frente – 3º Ambiente).....	86
Gráfico 25: MAE (1 mês à frente – 3º Ambiente) .....	87
Gráfico 26: MAD (1 mês à frente – 3º Ambiente) .....	87
Gráfico 27: RMSE (Trimestre à frente – 3º Ambiente).....	88
Gráfico 28: MAE (Trimestre à frente – 3º Ambiente) .....	88
Gráfico 29: MAD (Trimestre à frente – 3º Ambiente).....	89
Gráfico 30: Importância Preditiva dos setores Econômicos – Ridge.....	106
Gráfico 31: Importância Preditiva dos setores Econômicos – RandomForest ....	108
Gráfico 32: Importância Preditiva dos setores Econômicos –Bagging .....	111
Gráfico 33: Importância Preditiva dos setores Econômicos – Ridge.....	117

Gráfico 34: Importância Preditiva dos setores Econômicos – RandomForest..	120
Gráfico 35: Importância Preditiva dos setores Econômicos – Bagging .....	122

## Introdução

No campo de Macrofinanças busca-se entender a relação entre os mercados e as variáveis macroeconômicas. Sabe-se que mercados financeiros são cíclicos e a Economia também. Entender como estes ciclos se relacionam é objeto de pesquisa antigo da academia. Um bom resumo da evolução teórica recente em *Macrofinance* e desafios futuros podem ser vistos em (COCHRANE, 2005) e (COCHRANE, 2017, cap. 7)

Variáveis do Mercado financeiro tais quais preços, retornos, prêmios, volatilidade são respostas dos agentes a expectativas futuras dos ativos. Portanto acredita-se que há muita informação nos mercados no tempo presente a respeito das companhias e seus ativos no futuro e também da economia como um todo. De fato, não é novidade para academia que os ciclos dos mercados financeiros antecipam os ciclos macroeconômicos. Entretanto, com o avanço da econometria, uma maior disponibilidade de dados, e novas técnicas para análise do *big data* em modelos de alta dimensionalidade é possível estudar este fenômeno através de outro ângulo, o que é pretendido através do presente trabalho.

Especificamente será observado através de diversos modelos a capacidade de previsão (*out of sample*) da variação mensal do Índice da Produção Industrial americana (para 1 mês e 3 meses à frente), em 3 diferentes ambientes. No primeiro ambiente as previsões serão construídas através de suas próprias defasagens (em 12 meses), retornos setoriais de ações, prêmio de mercado, prêmio de risco nas taxas de juros, prêmio a termo nas taxas de juros, volatilidade implícita, sentimento do consumidor, e o índice de incerteza de Baker, Bloom e Davis (todas as variáveis com defasagens de 12 meses). No segundo ambiente as previsões serão construídas através da base de dados FRED com 128 variáveis econômicas (dividas em 8 grupos: *Output and income; Labor Market; Housing, Consumption, orders, and inventories; Money and credit; Interest and exchange rates; Prices; e Stock Market*), o índice de incerteza de Baker, Bloom e Davis, e o Prêmio de risco. No terceiro ambiente foram utilizadas as variáveis mais relevantes observadas no ambiente 1 e no ambiente 2.

Os modelos utilizados foram Ridge, Lasso, AdaLasso, Bagging, Fatorial e Random Forest. Como os modelos Ridge, Lasso e AdaLasso têm a característica de *shrinkage*, há interpretabilidade em analisar seus betas, no caso do Random Forest utilizou-se o conceito do crescimento do MSE das previsões<sup>1</sup>. Assim obtêm-se informação a respeito da importância das variáveis na previsão nos diferentes ambientes e em diferentes janelas de tempo (importância setorial ao longo das décadas, aumento da relevância de indicadores de incerteza e volatilidade, grupo de variáveis na base de dados do FRED mais relevante, compreensão de períodos históricos). Poderemos observar também se modelos não-lineares como Random Forest trazem melhor capacidade de previsão. O processo de compreensão e interpretação “automática” nos algoritmos destes modelos ajuda a direcionar futuras pesquisas, trazendo também utilidade para *policy makers* ao entender e interpretar o Estado atual da economia (refletida por variáveis econômicas ou pela expectativa dos agentes) e a expectativa futura do resultado da produção industrial.

Desde Keynes há um interesse na academia em entender variações nas expectativas dos agentes e seus efeitos nos ciclos econômicos. Em (MENNIS, 1955) foi feito um primeiro estudo estruturado observando os ciclos dos retornos de diferentes setores e seus *turnpoints* antecipadamente aos ciclos econômicos descritos pelo NBER. Ao estudar previsibilidade de retornos (FAMA, 1990) estuda quanto os retornos são explicados por dados passados como dividend yield, prêmio de juros e resultados futuros da produção industrial. (LEE, 1992) demonstra que retornos do S&P 500 causam-granger a produção industrial americana. Após o paper seminal de HAMILTON, (1989, 1996) e (CHAUVET, 2000) é fundamentada toda uma corrente de trabalhos em que tanto mercados quanto o crescimento econômico (seja através do IP, GNP, ou outras proxys) tem 2 diferentes Estados (expansão e recessão para a economia e *bull* e bear markets para retornos) que podem ser descritos através de análise com cadeias de markov. Estudam a relação entre os diferentes estados demonstrando que o Estado de Bear Market tende a iniciar anteriormente ao Estado de Recessão da Economia, e períodos de *bull Market* antecedem expansões. Sendo assim, ao analisar os

---

<sup>1</sup> Função “importance” do pacote do R “Random Forest”. A função analisa um incremento nas previsões (estimadas *out-of-bag*) como resultado da permutação randômica da variável testada em questão.

retornos do mercado financeiro e observar a probabilidade de se estar em tal Estado, baseado neste arcabouço, é de certa forma um indicador antecedente do Estado da Economia nos meses por vir. Em (CHAUVET et al., 2003) observa-se não somente a questão das expectativas e seus impactos na economia, mas também quanto sentimentos são importantes para mudanças de ciclos ao longo do tempo. (BEAUDRY e PORTIER, 2006) demonstram que choques de longo prazo no TFP tem correlação altíssima a choques de retorno, o que seria um indicativo que choques de retorno no mercado financeiro são de alguma forma antecipação dos agentes de melhores condições econômicas como aumentos na produtividade. Além destes há outros diversos trabalhos de *Macrofinance* que tentam especificamente usar alguma variável de mercado para prever atividade ou vice-versa<sup>2</sup>, uma corrente de trabalhos macroeconômicos que tentam mensurar o impacto das expectativas nos resultados futuros da economia<sup>3</sup>, trabalhos recentes para entender incerteza<sup>4</sup>, trabalhos de finanças que utilizam desta interação para fazer melhores escolhas de portfolio e precificação de ativos<sup>5</sup>, e há diversos trabalhos de *forecast*<sup>6</sup>, estes últimos principalmente derivados das técnicas baseadas em cadeias de markov desenvolvidas por Hamilton seminalmente. Como já foi dito o presente trabalho procurará através das novas técnicas econométricas e de machine learning<sup>7</sup>, trazer melhorias de previsão *out-of-sample* do Industrial Production, observar se há não-linearidade, e entender a importância dos previsores através do tempo.

---

<sup>2</sup> Artigos de *Macrofinance*: (CHEN, ROLL, e ROSS, 1986), (ESTRELLA, e HARDOUVELIS, 1991), (LIEW e VASSALOU, 2000), (DESTEFANO, 2004), (COCHRANE, 2005), (KURMANN e OTROK, 2013), (ALBUQUERQUE e MIAO, 2014), (CASCALDI-GARCIA, 2017).

<sup>3</sup> Choques de expectativas e sentimento: (JAIMOVICH e REBELO, 2009), (KURMANN e MERTENS, 2014), (NIMARK, 2014), (BEAUDRY e PORTIER, 2014), (FAN et al, 2016), (FORNI, 2017), (JACCARD, 2018).

<sup>4</sup> Trabalhos recentes sobre incerteza: (JURADO et al, 2015), (LUDVIGSON et al, 2015), (BAKER, BLOOM e DAVIS, 2016).

<sup>5</sup> Trabalhos de Finanças: (BROCATO e STEED, 1998), (AMROMIN e SHARPE, 2008), (MIAO, WANG e XU, 2015), (CONSTANTINIDES e GHOSH, 2017), (KOLE e VAN DIJK, 2017).

<sup>6</sup> Artigos de *Forecasting*: (BAI e NG, 2008), (CAMACHO, PEREZ-QUIROS e PONCELA, 2018), (CHINI, 2018).

<sup>7</sup> O conceito de Machine Learning adotado aqui é o mesmo de (MEDEIROS et al, 2018). Modelos capazes de lidar com muitas variáveis, de forma não linear ou não paramétrica. No presente trabalho são os modelos: LASSO, Ridge, AdaLasso e Random Forest.

Este artigo tem a seguinte organização: no primeiro capítulo serão descritos os modelos de previsão utilizados, a metodologia de análise, as janelas de tempo, os 3 ambientes principais das covariáveis utilizados e o detalhamento destas variáveis. No segundo capítulo serão demonstrados os resultados empíricos das previsões *out of sample*, o *horse race* dos modelos através do RMSE, MAD e MAE, e será observado através do teste Diebold-Mariano se os modelos apresentam diferenças entre si. No terceiro capítulo serão analisados os resultados de forma interpretativa. No processo de minimização dos erros os modelos selecionam variáveis mais importantes, observaremos a seleção de variáveis dos 3 melhores modelos, veremos se os modelos preveem inversão de ciclos, o comportamento das previsões em momentos de recessão descrito pelo NBER, e se é possível observar não linearidade entre as variáveis explicativas e o IP. No quarto capítulo será apresentada a conclusão.



## 1. Modelos de previsão

Foram utilizados 6 modelos de previsão *out of sample*, para 1 mês e 3 meses (acumulados) a frente para a variação da produção industrial americana em log. No primeiro ambiente (Expectativas refletidas em variáveis de mercado) foram utilizados como variáveis explicativas 55 variáveis descritas no Anexo 1.

O intuito da análise neste primeiro ambiente é verificar se há informação relevante nos mercados financeiros para a previsão da produção industrial, tema diversamente debatido na academia. Posteriormente o intuito é observar a importância setorial das demais variáveis de mercado ao longo do tempo encontrada pelos diferentes modelos.

No segundo ambiente (Segmentos econômicos) foram utilizadas como variáveis explicativas 130 variáveis descritas no Anexo 2. O intuito neste segundo ambiente é observar se há informação preditiva para o IP nos diferentes segmentos econômicos, entender em qual ambiente (no ambiente 1 – Expectativas refletidas em variáveis de mercado ou no ambiente 2 – Segmentos econômicos) os modelos performam melhor e quais segmentos e variáveis no processo de seleção são as mais importantes e relevantes para prever o IP ao longo das décadas.

No terceiro ambiente foram utilizadas como variáveis explicativas uma mistura entre as principais variáveis selecionadas pelos modelos no ambiente 1 e 2, totalizando 70 variáveis que estão descritas no Anexo 3. O intuito deste ambiente foi observar se a combinação de variáveis econômicas com retornos do mercado financeiro melhora as previsões e diminuem o erro.

Os modelos têm a seguinte descrição:

$$\Delta \log(IP_t) = \sum_{i=1}^{13} \alpha_i \Delta \log(IP_{t-i}) + \beta_i' X_{t-i}' + e_t \quad (1)$$

Sendo  $X'$  o vetor das 54 variáveis descritas acima para o primeiro ambiente, 129 variáveis descritas acima para o segundo ambiente, e 69 variáveis para o terceiro ambiente e  $\beta_i'$  um vetor de mesma dimensão para cada ambiente.

Para os três ambientes os modelos são estimados em janelas rolantes de 10 anos (120 meses), sendo a primeira previsão mensal em 03/1970 e a última em 09/2018, ou seja, 583 pontos de estimação mensais e 581 pontos de estimação trimestrais a partir de 05/1970. São utilizados 6 modelos descritos logo abaixo e um modelo AR totalizando 20.952  $((583+581)*3*6)$  modelos analisados e 1164  $(583+581)$  modelos autoregressivos. Quando alguma das variáveis do vetor  $X$  ainda não está disponível, ou está parcialmente disponível na janela de dados, a mesma não é utilizada.

Os coeficientes ( $Cte$ ,  $\alpha_i$  e  $\beta_i$ ) são encontrados através das diferentes metodologias: LASSO, ADALASSO, RIDGE e Bagging. Os demais modelos utilizados o modelo Fatorial, Random Forest e o modelo AR, possuem características diferentes na construção da previsão. Todos os modelos estão descritos abaixo.

### 1.1. Detalhamento dos Modelos

#### AR

O modelo selecionado como benchmark é o AR, os modelos têm ordem  $T$  (de 1 a 12) e  $T$  é determinado pelo método Akaike, os parâmetros  $\alpha$  são estimados por OLS, as equações de previsão são:

$$\Delta \log(IP_t) = \sum_{i=1}^T \alpha_i \Delta \log(IP_{t-i}) + e_t \quad (2)$$

#### LASSO

O modelo LASSO tem função abaixo, os parâmetros são escolhidos de forma a minimizar o erro das previsões levando em consideração o valor absoluto dos coeficientes. Assim o modelo zera coeficientes que sejam irrelevantes na previsão.

$$\begin{aligned}
(\widehat{Cte}, \widehat{\alpha}_i, \widehat{\beta}'_i) = \underset{Cte, \alpha_i, \beta'_i}{argmin} & \left\{ \sum_{t=1}^{120} \left( \Delta \log(IP_t) - Cte + \sum_{i=1}^{13} \alpha_i \Delta \log(IP_{t-i}) + \beta'_i X'_{t-i} \right)^2 \right. \\
& \left. + \lambda \sum_{i=1}^{13} (|\alpha_i| + |\beta'_i|) \right\} \quad (3)
\end{aligned}$$

### **adaLASSO**

O modelo adaLASSO tem função abaixo, os parâmetros são escolhidos de forma a minimizar o erro das previsões levando em consideração o valor absoluto dos coeficientes. O modelo tem um peso adicional derivado do modelo LASSO estimado no primeiro passo. A adição deste peso (uma demonstração da importância da variável em questão) pode melhorar os resultados.

$$\begin{aligned}
(\widehat{Cte}, \widehat{\alpha}_i, \widehat{\beta}'_i) = \underset{Cte, \alpha_i, \beta'_i}{argmin} & \left\{ \sum_{t=1}^{120} \left( \Delta \log(IP_t) - Cte + \sum_{i=1}^{13} \alpha_i \Delta \log(IP_{t-i}) + \beta'_i X'_{t-i} \right)^2 \right. \\
& \left. + \lambda \sum_{i=1}^{13} \omega_i |\alpha_i| + \mu'_i |\beta'_i| \right\} \quad (4)
\end{aligned}$$

Sendo  $\omega_i = \left| \alpha_i^* + \frac{1}{\sqrt{120}} \right|^\tau$  e  $\mu'_i = \left| \beta'^*_i + \frac{1}{\sqrt{120}} \right|^\tau$ ,  $\alpha_i^*$  e  $\beta'^*_i$  são parâmetros escolhidos pela Equação 3 acima, e  $\tau = -1$ .

### **RIDGE**

O modelo Ridge tem função abaixo, os parâmetros são escolhidos de forma a minimizar o erro das previsões levando em consideração o valor quadrático dos coeficientes.

$$\begin{aligned}
(\widehat{Cte}, \widehat{\alpha}_i, \widehat{\beta}'_i) = \underset{Cte, \alpha_i, \beta'_i}{argmin} & \left\{ \sum_{t=1}^{120} \left( \Delta \log(IP_t) - Cte + \sum_{i=1}^{13} \alpha_i \Delta \log(IP_{t-i}) + \beta'_i X'_{t-i} \right)^2 \right. \\
& \left. + \lambda \sum_{i=1}^{13} (\alpha_i^2 + \beta'^2_i) \right\} \quad (5)
\end{aligned}$$

## BAGGING

O termo Bagging vem de Bootstrap Agregation. A ideia do modelo Bagging é combinar a previsão de diferentes modelos instáveis. Os passos da modelagem Bagging a seguir:

- 1) Para cada amostra bootstrap  $x$ , são geradas regressões com 10 variáveis escolhidas aleatoriamente de todas as variáveis e selecionadas aquelas com  $|t| \geq k$ ;
- 2) Estima-se uma nova regressão apenas com as variáveis selecionadas na etapa anterior;
- 3) Os coeficientes da segunda regressão são usados para computar previsões do IP;
- 4) Repete-se os três passos anteriores 1000 vezes. E no final faz-se a média das previsões.

## Modelo Fatorial

O modelo fatorial procura descrever a estrutura de covariância entre múltiplas variáveis por meio reduzido de fatores latentes. Assim pretende-se captar características comuns das múltiplas séries temporais em questão com um custo menor. No trabalho

$$z_{t-1} = L'F_{t-1} + \epsilon_{t-1} \quad (6)$$

$L' \in R^{100}$  é o vetor de componentes principais,  $F_{t-1}$  a matriz rotacionada de  $z_{t-1}$ , que são as variáveis descritas em (1),  $z_{t-1} = \begin{bmatrix} X_{t-1}, \Delta \log(IP_{t-1}) \\ \vdots \\ X_{t-13}, \Delta \log(IP_{t-13}) \end{bmatrix}$ .

Sendo o modelo:  $\Delta \log(IP_t) = \beta'L' + e_t \quad (7)$

## Random Forest

O modelo Random Forest advém de diversos modelos de regressão em árvore com o princípio do Bagging (*bootstrap aggregation*), ou seja, a média de

diferentes regressões em árvore. A regressão em árvore pode ser descrita na forma abaixo:

$$f(x) = E[\Delta \log(IP_t) | x] = \sum_{m=1}^M w_m I(x \in R_m) = \sum_{m=1}^M w_m \phi(x; V_m) \quad (8),$$

sendo  $R_m$  a região da árvore  $m$ ,  $w_m$  a reposta média de  $\Delta \log(IP_t)$  para a região, e  $v_m$  a escolha da variável a ser dividida e o threshold. Sendo que  $x$

$$\in \begin{bmatrix} X_{t-1}, \Delta \log(IP_{t-1}) \\ \vdots \\ X_{t-13}, \Delta \log(IP_{t-13}) \end{bmatrix}$$

Uma explicação detalhada de como o algoritmo atinge a quantidade de regiões  $M$  e as variáveis utilizadas em  $x$  (de cada tentativa aleatória da amostra *bootstrap*), está em (MEDEIROS et al, 2018), apêndice B8.

## 1.2 Medidas de avaliação

Para avaliar os modelos foram utilizadas 3 estatísticas abaixo em janelas rolantes de 5 anos de previsão out-of-sample:

RMSE – Root mean squared error

$$RMSE = \frac{1}{60} \sum_{t=T_0}^T [\Delta \log(\widehat{IP}_t) - \Delta \log(IP_t)]^2, \text{ sendo } T - T_0 = 60 \quad (9)$$

MAE – Median absolute error

$$MAE = \frac{1}{60} \sum_{t=T_0}^T |\Delta \log(\widehat{IP}_t) - \Delta \log(IP_t)|, \text{ sendo } T - T_0 = 60 \quad (10)$$

MAD – Median absolute deviation

$$\begin{aligned} \text{Para: } \hat{e}_t &= \Delta \log(\widehat{IP}_t) - \Delta \log(IP_t) \quad \text{MAD: Mediana} \\ &= [|\hat{e}_t - \text{mediana}(\hat{e}_t)|] \end{aligned} \quad (11)$$

### Teste Diebold-Mariano

Para verificar se as previsões são de fato diferentes entre si foi utilizado o teste Diebold Mariano para todas as previsões out-of-sample: 583 previsões para 1 mês a frente e 581 previsões para o trimestre a frente. O teste consiste em verificar se em uma função perda os erros das previsões são de fato diferentes entre si:

$$\text{Pergunta: } E[L(\hat{e}_{t+h|t}^{(1)})] = E[L(\hat{e}_{t+h|t}^{(2)})] \text{ (ou } < \text{ ou } > \text{)?}$$

$$\text{Teste de Diebold – Mariano: } H_0: E[L(\hat{e}_{t+h|t}^{(1)})] = E[L(\hat{e}_{t+h|t}^{(2)})] \quad (12)$$

É possível mostrar que se a série das diferenças das funções perda tem covariância estacionária e ausência de memória haverá convergência em uma normal padrão.<sup>8</sup>

Sob  $H_0$ ,  $DM(h) = \frac{\bar{d}}{\sqrt{\hat{V}}} \rightarrow N(0,1)$ , onde:

$$\bar{d} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T d_t = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \{L(\hat{e}_{t+h|t}^{(1)}) - L(\hat{e}_{t+h|t}^{(2)})\} \quad (13)$$

e  $\hat{V}$  é um estimador consistente para  $V = \lim_{T \rightarrow \infty} Var\left(\frac{1}{\sqrt{T}} \sum_{t=1}^T d_t\right)$

<sup>8</sup> Para detalhes ver: (Diebold, F.X. and R.S. Mariano, 1995)

## 2. Resultados

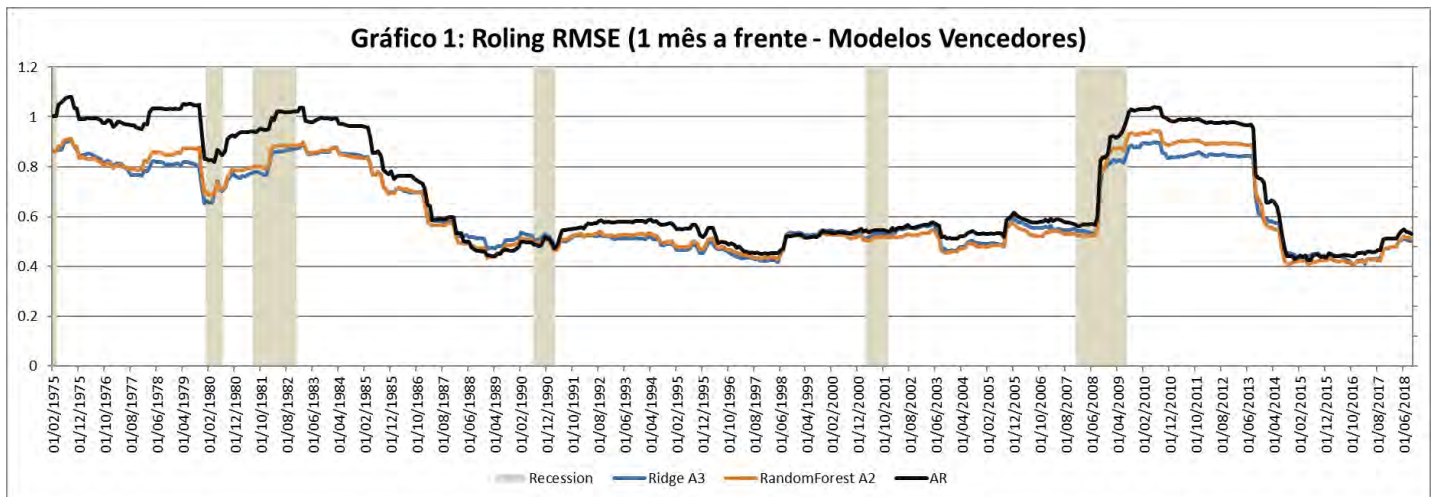
Os modelos que apresentaram a melhor performance em prever a variação do IP foram o Random Forest do ambiente 2 e o Ridge do ambiente 3. Abaixo uma tabela com o resumo de todos os modelos utilizados no presente trabalho (a tabela expõe a medida de erro dos modelos em questão dividida pela medida de erro do AR, valores menores que 1, marcados em azul, indicam uma melhora em relação ao modelo autoregressivo), estão sublinhados e em negrito os melhores modelos.

Tabela 1: Resumo todos modelos

Medida Modelo / Medida AR	T+1			Trimestre a frente		
Modelo ↓	RMSE	MAE	MAD	RMSE	MAE	MAD
Ridge_A1	<u>0.93</u>	<u>0.93</u>	<u>0.90</u>	<u>0.81</u>	<u>0.84</u>	<u>0.87</u>
Lasso_A1	1.18	1.23	1.31	1.01	1.09	1.19
Adalasso_A1	1.04	1.04	1.08	<u>0.90</u>	<u>0.93</u>	1.03
Fatores_A1	1.04	1.07	1.06	<u>0.88</u>	<u>0.95</u>	1.05
Bagging Linear_A1	<u>0.98</u>	<u>0.98</u>	<u>0.95</u>	<u>0.82</u>	<u>0.87</u>	<u>0.94</u>
Bagging Randon Forest_A1	<u>0.94</u>	<u>0.95</u>	<u>0.97</u>	<u>0.85</u>	<u>0.87</u>	<u>0.89</u>
Ridge_A2	<u>0.98</u>	1.00	1.01	<u>0.80</u>	<u>0.84</u>	<u>0.90</u>
Lasso_A2	1.53	1.30	1.12	1.34	1.26	1.21
Adalasso_A2	1.09	1.09	1.08	1.04	1.04	1.01
Fatores_A2	1.10	1.11	1.15	<u>0.87</u>	<u>0.93</u>	1.02
Bagging Linear_A2	1.01	<u>0.97</u>	<u>0.95</u>	<u>0.82</u>	<u>0.84</u>	<u>0.88</u>
<b><u>Bagging Randon Forest_A2</u></b>	<b><u>0.91</u></b>	<b><u>0.89</u></b>	<b><u>0.88</u></b>	<b><u>0.78</u></b>	<b><u>0.78</u></b>	<b><u>0.81</u></b>
<b><u>Ridge_A3</u></b>	<b><u>0.90</u></b>	<b><u>0.91</u></b>	<b><u>0.92</u></b>	<b><u>0.77</u></b>	<b><u>0.79</u></b>	<b><u>0.85</u></b>
Lasso_A3	1.16	1.17	1.20	<u>0.94</u>	<u>0.99</u>	1.09
Adalasso_A3	1.02	1.03	1.04	<u>0.93</u>	<u>0.94</u>	<u>0.91</u>
Fatores_A3	<u>0.99</u>	1.02	1.07	<u>0.85</u>	<u>0.91</u>	1.05
Bagging Linear_A3	<u>0.97</u>	<u>0.98</u>	<u>0.99</u>	<u>0.82</u>	<u>0.84</u>	<u>0.90</u>
Bagging Randon Forest_A3	<u>0.91</u>	<u>0.90</u>	<u>0.89</u>	<u>0.78</u>	<u>0.78</u>	<u>0.80</u>

Abaixo um gráfico com RMSE rolante do AR com os 2 modelos principais que apresentaram o menor erro. Pode-se observar que os modelos apresentam previsões melhores que o AR ao longo de toda a série.

Gráfico 1: Rolling RMSE (1 mês a frente – Modelos Vencedores)



Uma característica não só observada no gráfico acima, mas em todos os modelos nos diferentes ambientes, é que o erro de previsão diminuiu recentemente, apesar do crescimento com a crise de 2008. Este fato é mais interessante ao se pensar no ambiente 1, pode-se concluir que os mercados se tornaram mais eficientes e mais informação passou a estar contida nos preços, melhorando as previsões ao se utilizar variáveis de retornos de mercado.

Outra questão principal que ocorre de forma generalizada, é que se observa a dificuldade em todas as técnicas em se prever a variação do IP quando o mesmo cai. Os modelos acertam mais a direção da variação quando o IP sobe e em momentos de expansão da economia.

Analisando os ambientes uma característica interessante é que para todos os modelos, exceto o Random Forest, as previsões são melhores no ambiente 1 baseado em variáveis de mercado que no ambiente 2 (variáveis econômicas). E para todos os modelos, exceto no modelo Random Forest, o ambiente 3 (a junção das variáveis principais do ambiente 1 e do ambiente 2) trouxe um menor erro das previsões em relação ao ambiente 1 e ao ambiente 2, mercados possuem informação complementar ao que está sendo observado na economia (ou vice-versa) trazendo uma melhor capacidade de previsão da variação do IP.

Segue abaixo uma tabela com o teste Diebold Mariano entre os 18 modelos utilizados em relação ao AR. O ponto principal está no fato de que os



modelos vencedores (Random Forest A2, e Ridge A3) se diferenciam do AR, no entanto, conforme o teste não é possível diferenciar estes modelos entre si e contra outros modelos com erro parecido, conforme demonstrado no Anexo 4. Estão marcados abaixo em azul quando não foi possível rejeitar a hipótese nula de diferenciação dos modelos.

Tabela 2: Diebold Mariano todos os modelos em relação ao AR (1 mês e trimestre a frente)

Diebold Mariano - P Value	T+1	Trimestre a frente	Diebold Mariano - Statistic	T+1	Trimestre a frente
Ridge_A1	0.00	0.00	Ridge_A1	-2.98	-5.89
Lasso_A1	0.00	0.35	Lasso_A1	3.56	-0.93
Adalasso_A1	0.48	0.00	Adalasso_A1	0.71	-3.44
Fatores_A1	0.37	0.00	Fatores_A1	0.90	-3.51
Bagging Linear_A1	0.24	0.00	Bagging Linear_A1	-1.19	-4.89
Bagging Randon Forest_A1	0.01	0.00	Bagging Randon Forest_A1	-2.55	-5.31
Ridge_A2	0.64	0.00	Ridge_A2	-0.47	-5.00
Lasso_A2	0.01	0.00	Lasso_A2	2.63	3.08
Adalasso_A2	0.03	0.32	Adalasso_A2	2.14	0.99
Fatores_A2	0.17	0.00	Fatores_A2	1.36	-3.49
Bagging Linear_A2	0.64	0.00	Bagging Linear_A2	0.46	-2.86
<b>Bagging Randon Forest_A2</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>Bagging Randon Forest_A2</b>	<b>-4.09</b>	<b>-7.03</b>
<b>Ridge_A3</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>Ridge_A3</b>	<b>-3.67</b>	<b>-6.37</b>
Lasso_A3	0.01	0.04	Lasso_A3	2.69	-2.09
Adalasso_A3	0.62	0.15	Adalasso_A3	0.50	-1.45
Fatores_A3	0.50	0.00	Fatores_A3	-0.68	-4.00
Bagging Linear_A3	0.41	0.00	Bagging Linear_A3	-0.83	-4.51
Bagging Randon Forest_A3	0.00	0.00	Bagging Randon Forest_A3	-3.77	-7.10

No anexo 4 encontra-se a análise detalhada do resultado de cada ambiente: a comparação dos modelos entre si com gráficos rolantes do RMSE, MAE e MAD, a demonstração dos modelos que batem o AR, a análise de sinal (quando os modelos acertam a direção da variação do IP, se há crescimento ou queda) e o teste Diebold-Mariano entre os modelos.

### 3. Seleção de Variáveis e interpretação dos Betas

Nesta seção serão apresentadas as principais conclusões ao analisar-se as variáveis mais importantes dos 3 modelos com menor erro dos 3 ambientes (Ridge, Bagging e RadomForest). A metodologia para organização dos dados e a discussão detalhada de cada um dos 9 modelos consta no anexo 5.

#### 3.1 Conclusões principais

Em linhas gerais o modelo Bagging trouxe menos interpretabilidade ao se analisar as variáveis mais importantes. A característica do algoritmo em se diminuir o ruído através da média de diferentes modelos, faz com que análise das variáveis seja menos conclusiva que no modelo Ridge e no modelo Random Forest.

No ambiente 1 as defasagens estão mais concentradas no primeiro trimestre, do que nos demais ambientes, as informações contidas no mercado aparecem com uma antecedência menor do que as informações contidas nas variáveis econômicas. É possível observar no primeiro ambiente algumas características setoriais equivalentes com a evolução da economia americana. Por exemplo, o segmento de software passa a ser uma variável preditiva importante da década de 90 em diante e o segmento Textil é importante na década de 70 e não mais nas décadas posteriores. Neste ambiente tanto o modelo Ridge e o Modelo Random Forest captaram momentos de incerteza nos anos 90 e 2000 “selecionando” a variável de incerteza de Bloom e a variável de sentimento do consumidor em diversos períodos destas décadas.

No segundo ambiente o setor principalmente “selecionado” pelo Ridge foi o segmento de *Housing* e pelo Random Forest o segmento das taxas de juros. A relação não linear entre taxas de juros e produção industrial captada pelo Random Forest demonstra ser importante e mais relevante que as demais variáveis, pois neste modelo essa característica foi presente nos três ambientes. No primeiro ambiente selecionando as poucas variáveis disponíveis do segmento. Já no

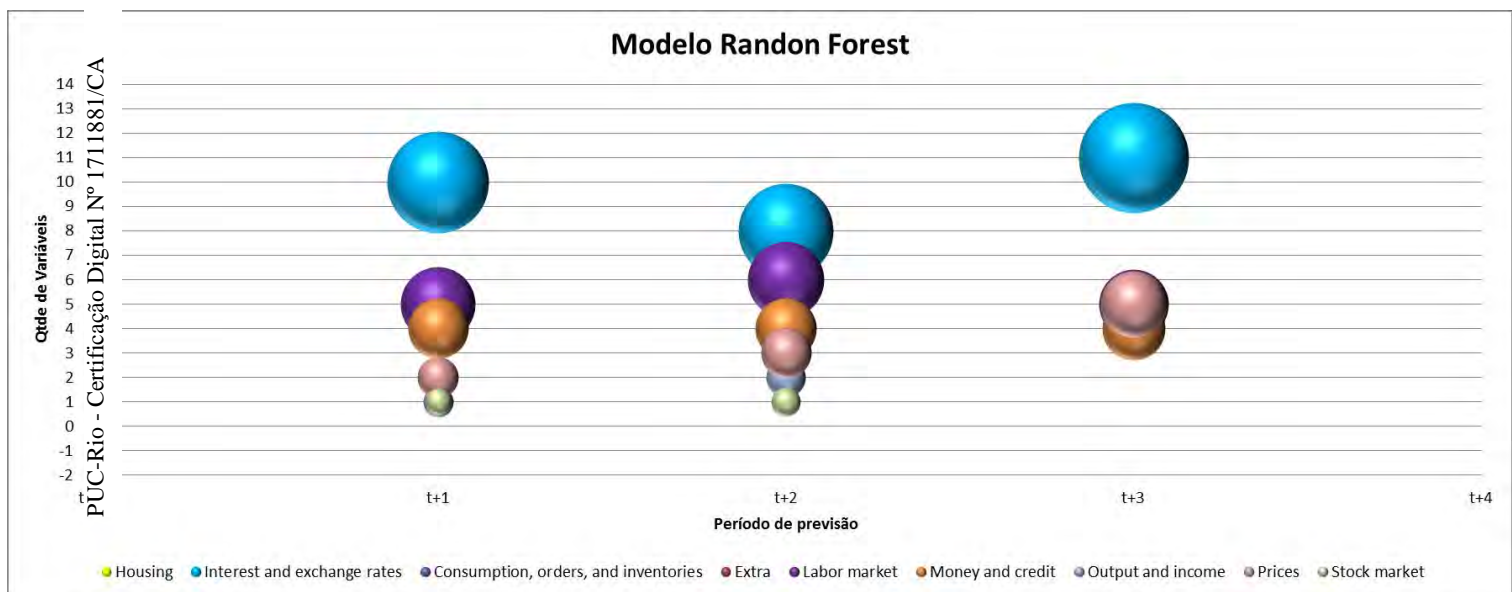
ambiente 3, a mistura de variáveis do ambiente 1 e do ambiente 2 não trouxe uma melhora na qualidade das previsões neste modelo.

### 3.2

#### Setores selecionados pelos principais modelos

Abaixo dois gráficos com os setores “selecionados” pelos principais modelos, Random Forest do ambiente 2 e o modelo Ridge do ambiente 3. Os gráficos tem a seguinte interpretação o eixo X é o horizonte de previsão dos modelos, o eixo Y é a quantidade de variáveis do setor que constam no top 25 das variáveis selecionadas e o tamanho da bola a quantidade de vezes que estas variáveis são escolhidas no top 25 para cada estimação pontual no horizonte de tempo entre 1970 e 2018.

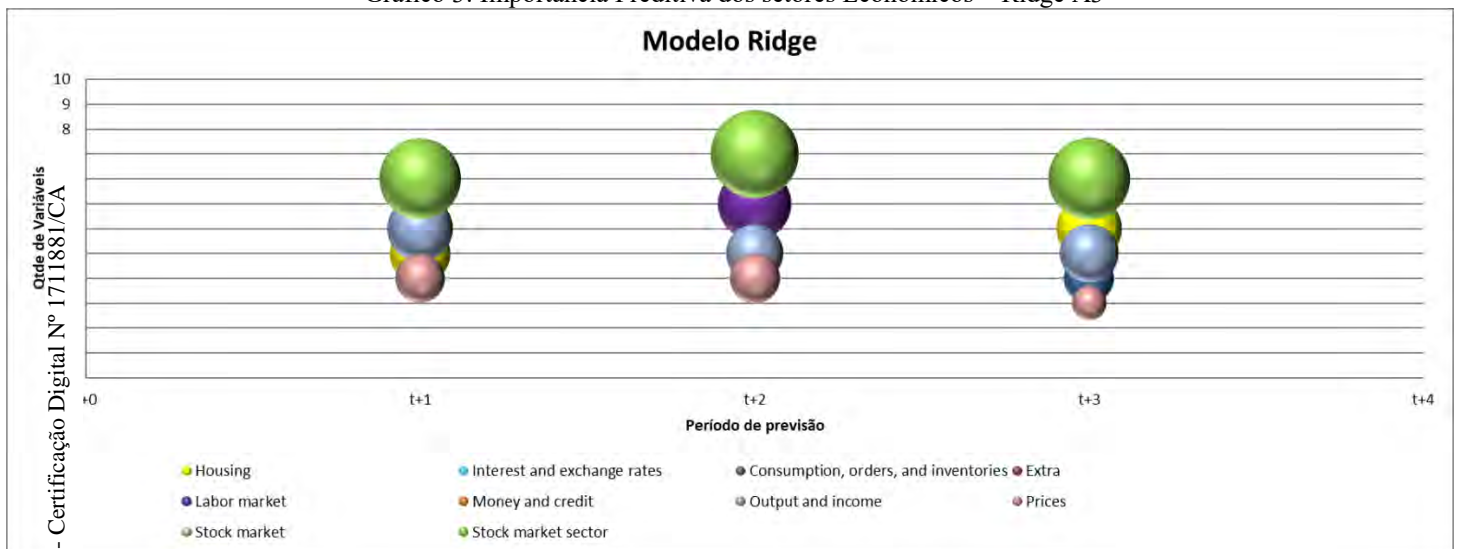
Gráfico 2: Importância Preditiva dos setores Econômicos – Random Forest A2



O modelo Random Forest no ambiente 2 foi o que apresentou o menor erro médio em todas as 3 métricas testadas, o segmento econômico que demonstra ter o maior poder preditivo para o IP é o Interest and exchange rates, as variáveis são: 6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS; 3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS; 1-Year Treasury C Minus FEDFUNDS; 3-Month Commercial Paper Minus FEDFUNDS; Moody’s Aaa Corporate Bond Minus FEDFUNDS; 3-Month Treasury Bill; 6-Month Treasury Bill; Moody’s Baa Corporate Bond Minus FEDFUNDS; 10-Year Treasury C Minus FEDFUNDS; Effective Federal

Funds Rate. Um bom sinal para os defensores da política monetária, a principal conclusão que poderíamos extrair é que há uma relação não linear (dado este modelo) entre taxas de juros e prêmios de mercado com a produção industrial. O 3º segmento econômico mais importante Money and credit, traz uma interpretação interessante nesta linha, pois este segmento era extremamente relevante para prever o IP na década de 70 com o Real M2 Money Stock, e o M2 Money Stock, entretanto ambos vão perdendo a sua importância ao longo do tempo. Seria mais uma demonstração da relação não linear da política monetária com a produção industrial, como o instrumento da política monetária mudou da década de 1980 em diante estas variáveis perderam a sua importância.

Gráfico 3: Importância Preditiva dos setores Econômicos – Ridge A3



O segmento dos retornos setoriais de mercado é o segmento principal do modelo Ridge do ambiente 3 no gráfico acima, e em momentos de recessão estas variáveis apresentam um poder preditivo ainda maior para o IP. Neste ambiente, como há um conjunto de taxas, as variáveis AAFFM e T10YFFM perdem um pouco a sua importância em relação ao Ambiente 1 (dividem o poder preditivo com outras variáveis deste mesmo segmento econômico). As variáveis de mercado mais importantes são Gold, Agric, e Oil, e em menor importância Telcm, Insur e Util. Os segmentos econômicos mais importantes são o Housing e Labor Market com 4 variáveis cada, na sequência Output and Income com 3 variáveis, e com 2 variáveis Consumption, orders, and inventories, Money and credit, Interest and exchange rates, e Prices. Destaque para as variáveis Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding e Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate que estão no topo

da lista como variáveis principais comentadas mais detalhadamente no próximo tópico.

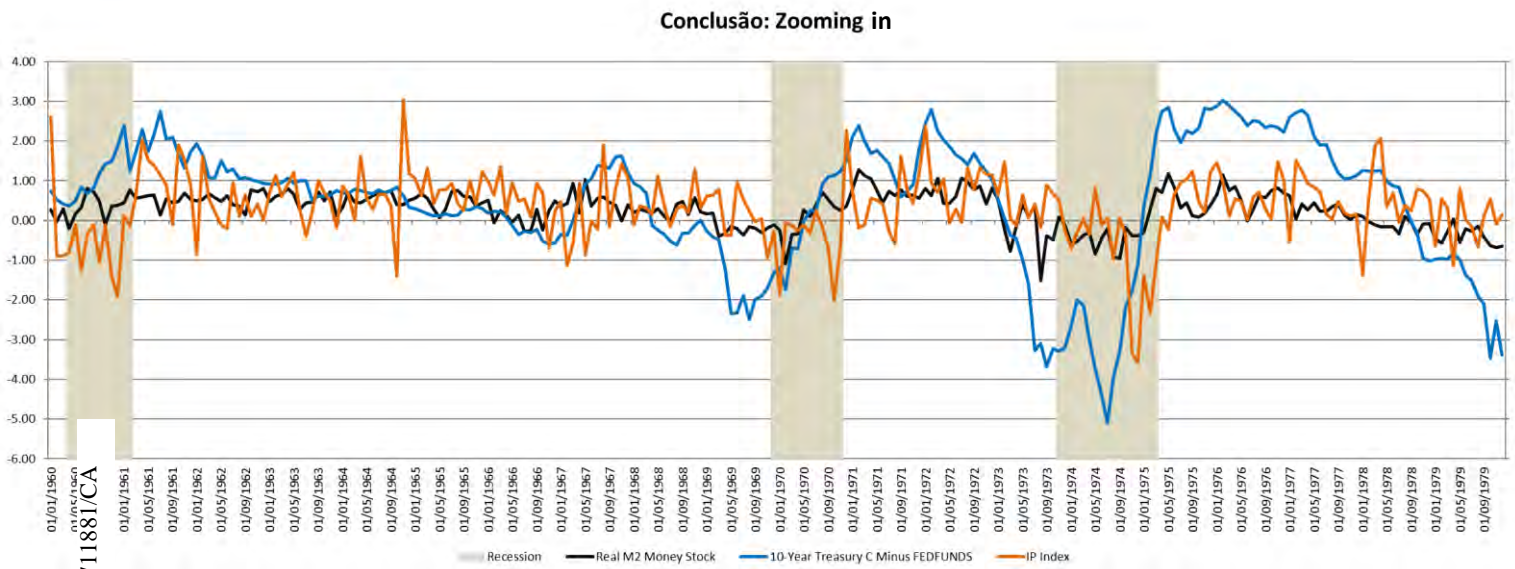
### **3.3 Detalhamento de variáveis selecionadas**

Outro ponto importante é que ao se utilizar de tais técnicas encontra-se com mais facilidade variáveis interessantes que poderiam passar despercebidas. Por exemplo, foram selecionadas pelos modelos as seguintes variáveis: Help-Wanted Index for United States, CPI - Medical Care, e Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding. Variáveis com sentido econômico e importância relevante na previsão do IP, entretanto são pouco óbvias à primeira vista. Foram selecionados outros exemplos como este, os quais serão observados com uma atenção maior abaixo. A correlação entre estas variáveis selecionadas e o IP é demonstrada no anexo 6.

A década 70 as variáveis sinalizaram com uma antecedência maior nos 3 modelos, alguns setores de mercado sinalizaram com uma antecedência maior na década (Insur e Smoke para o modelo Ridge e Bagging, de 9 a 11 meses de antecedência), a volatilidade é uma variável importante nesta década sinalizando com 11 e 12 meses de antecedência no modelo Ridge, mas olhando com mais detalhe as variáveis principais escolhidas foram as variáveis de prêmio de risco (AAAFFM e T10YFFM), sinalizando com uma antecedência de 5 a 7 meses e todos os modelos captaram este padrão no ambiente 1, principalmente para a variável T10YFFM. No ambiente 2 e 3 o padrão permaneceu para o Random Forest adicionando variáveis relativamente equivalentes como: BAAFFM, T5YFFM e o M2. No ambiente 2 em linhas gerais as variáveis econômicas sinalizam com uma antecedência maior em todos os modelos, para o modelo Ridge a treasury de 10 anos sinalizou com 8 a 10 meses de antecedência, o PPI e o preço do petróleo.

Abaixo um gráfico com refletindo este período as décadas 60 (os modelos trazem previsões out-of-sample com janelas rolantes, desta forma, nos gráficos abaixo, a década anterior da desejada estará sempre presente nos gráficos) e 70 combinando o IP, o T10YFFM e o M2 Real.

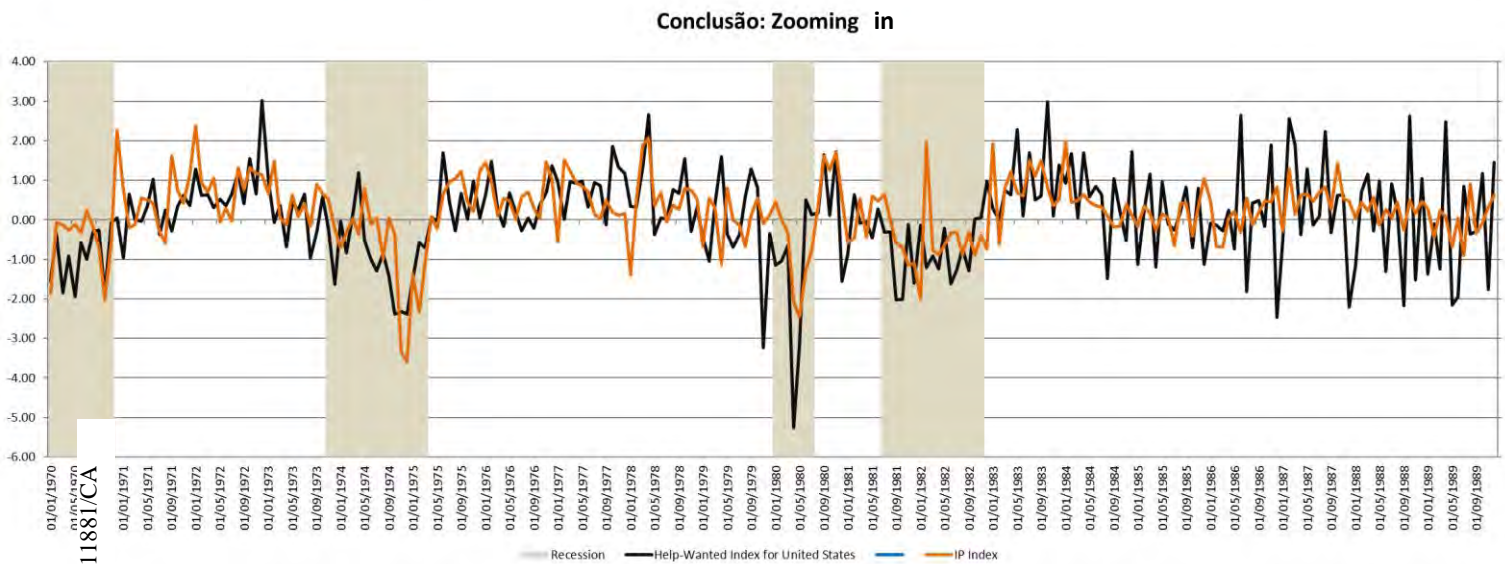
Gráfico 4: Década de 70 variáveis monetárias



É possível observar que a inversão do prêmio de risco antecede períodos de recessão e queda no IP e o mesmo acontece para o M2, a correlação entre as variáveis é elevada.

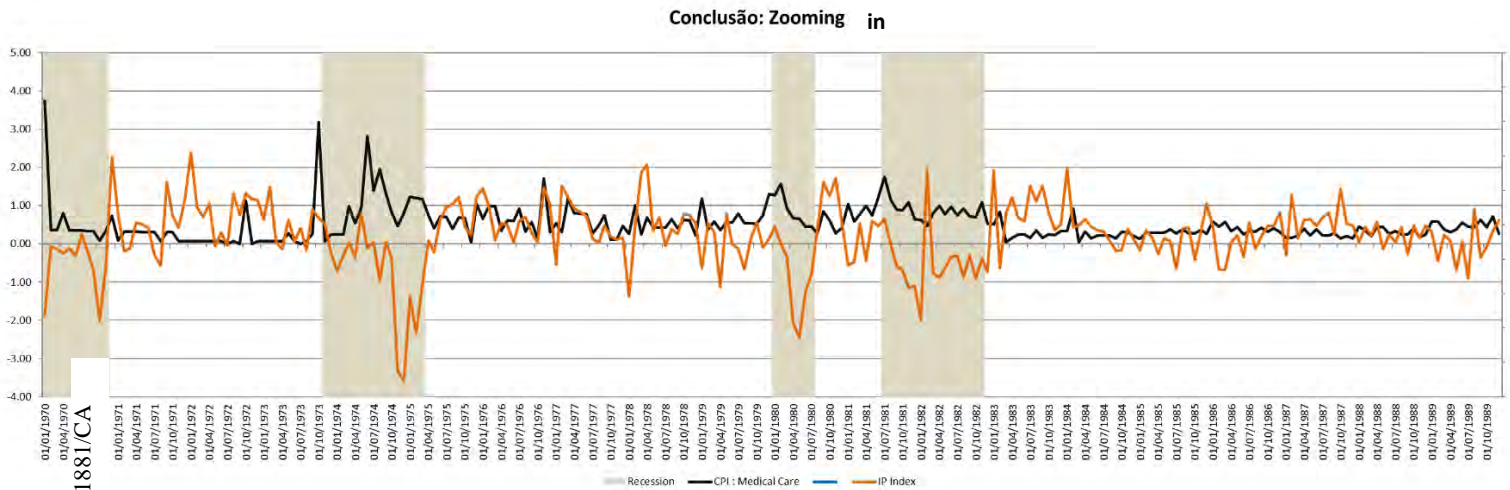
Abaixo a segunda variável mais selecionada por todos os 3 principais modelos, o Help-Wanted Index for United States, foi dado destaque para a década de 80 e 70, quando a relação aparenta ser mais nítida. A correlação entre o IP e esta variável também é relativamente elevada.

Gráfico 5: Help-Wanted Index for United States



Na sequência o CPI Medical Care, a terceira variável mais escolhida pelos modelos, a variável possui correlação (negativa) elevada com o IP e pode-se observar no gráfico a relação interessante entre as variáveis, um pico no CPI parece sempre anteceder uma queda no IP.

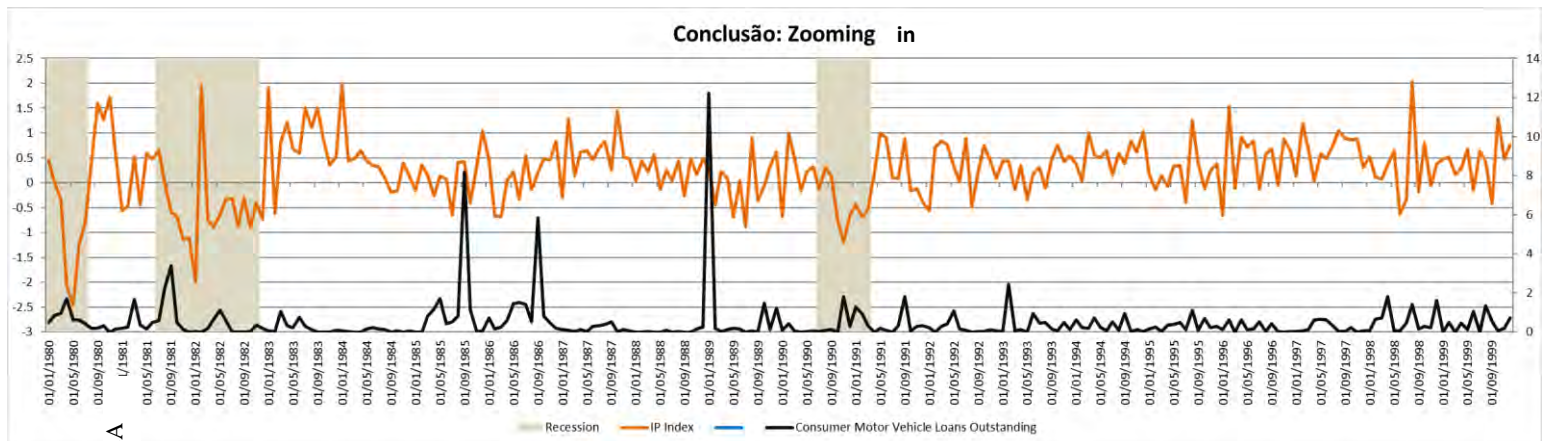
Gráfico 6: CPI - Medical Care





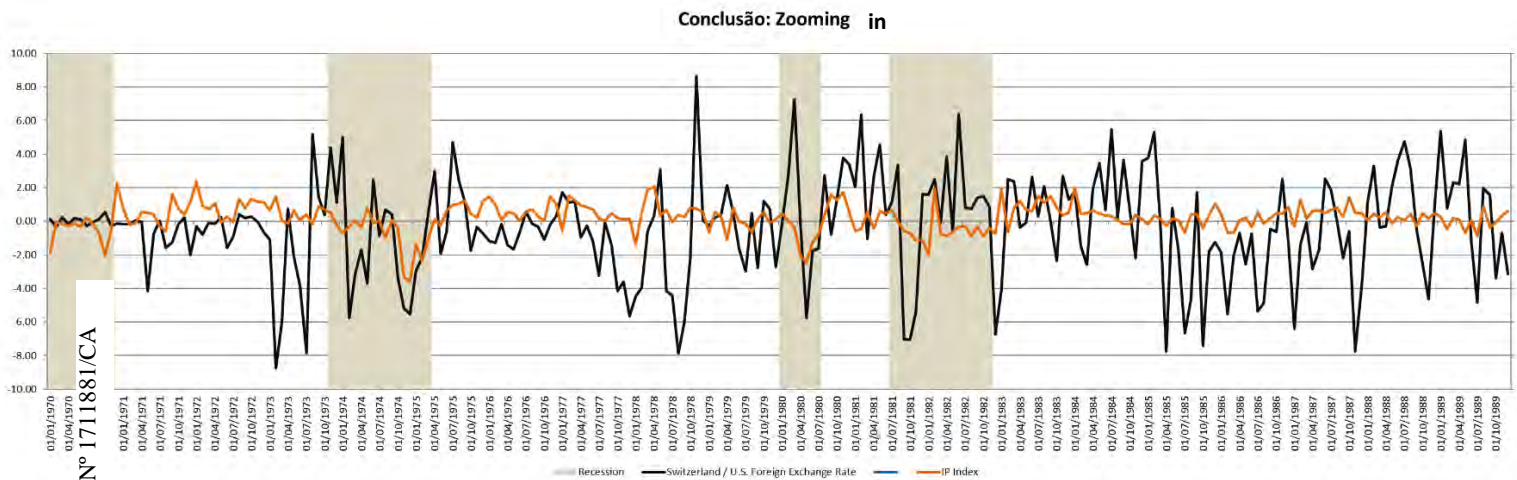
Abaixo uma das variáveis mais interessantes encontradas pelos modelos, o Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding. Neste caso a correlação é bem mais baixa, mas é possível enxergar certo padrão, picos no nível de endividamento parecem anteceder também quedas no IP. Neste caso pode-se pensar em um estudo para utilizar esta variável com uma característica de dummy.

Gráfico 7: Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding



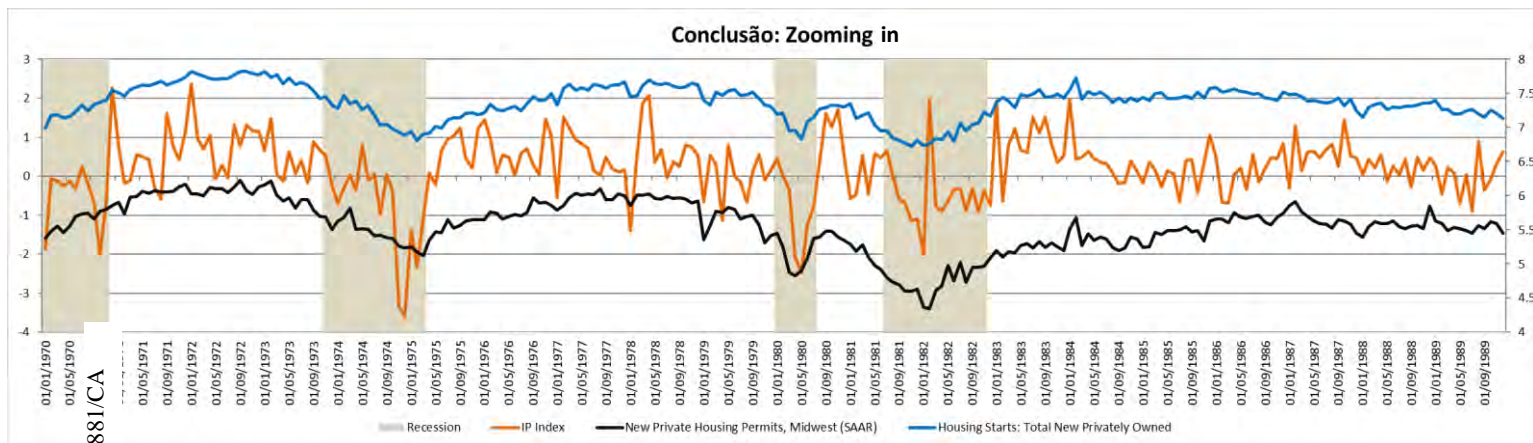
No gráfico 8 a relação com outra variável interessante apontada pelos modelos, a taxa de câmbio do dólar com o franco suíço. Neste caso é difícil de encontrar algum padrão na visualização a olho nu, e a correlação é ambígua, a variável tem uma volatilidade maior que o IP e não traz uma clareza mais direta ao observá-la em conjunto do IP. Entretanto, os modelos conseguem captar esta relação.

Gráfico 8: Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate



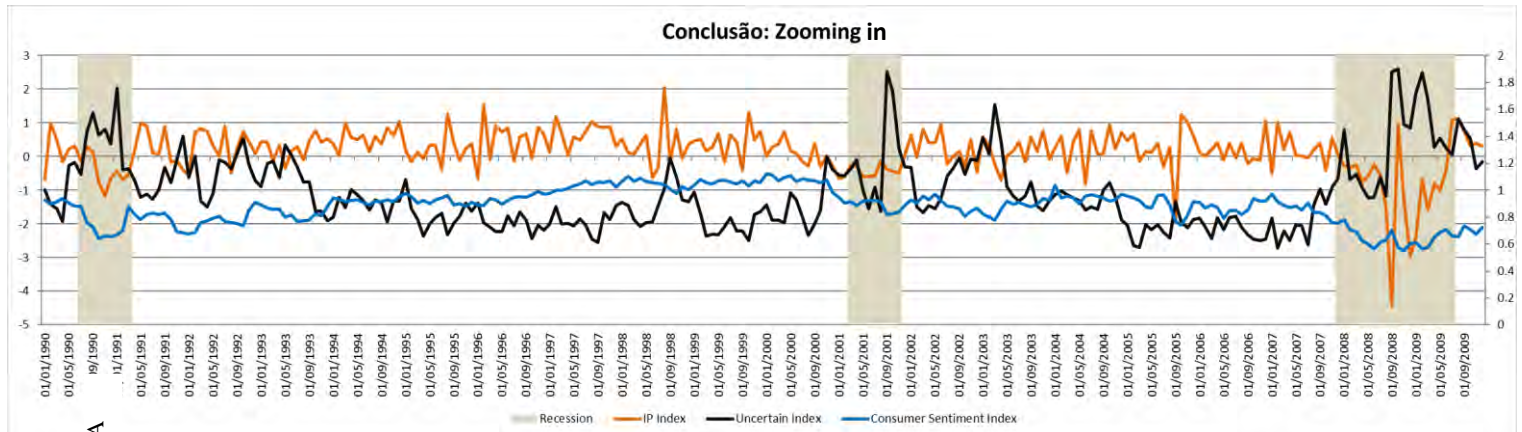
No gráfico 9 duas variáveis do segmento *housing*, a mais selecionada do segmento pelos modelos New Private Housing Permits, Midwest (SAAR), e a variável geral *Housing Starts: Total New Privately Owned*. Estas variáveis possuem uma volatilidade bem menor da volatilidade do IP, no entanto é possível observar uma alta correlação entre as séries olhando os gráficos, confirmada na tabela 92 no anexo 6.

Gráfico 9: Housing



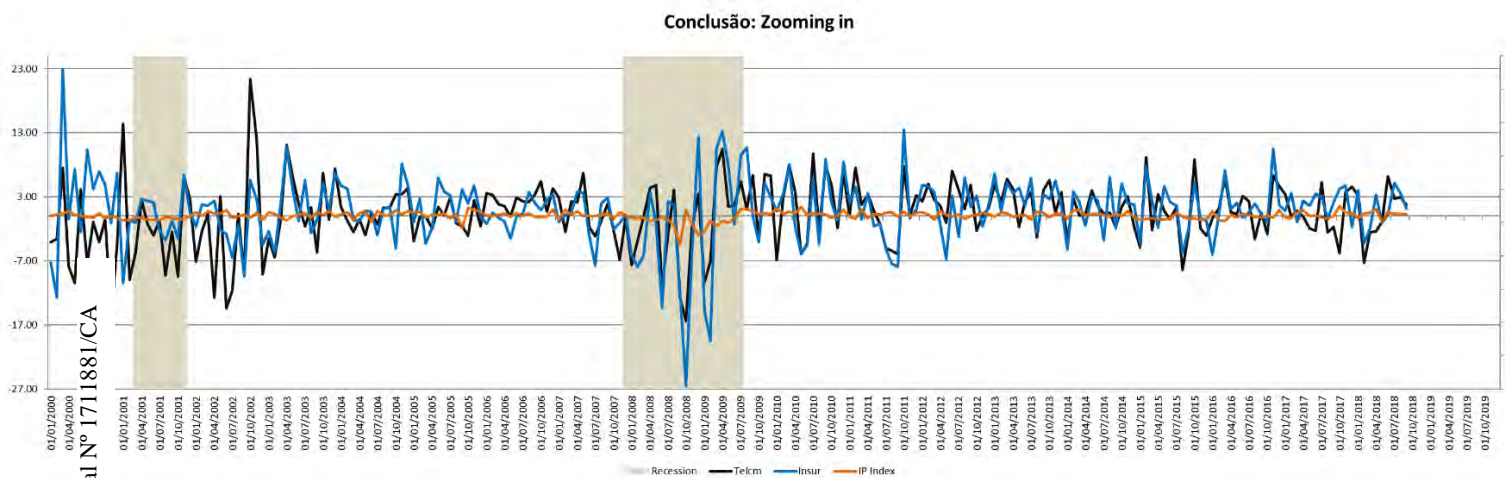
No gráfico 10 as variáveis de sentimento (uncertain index e consumer sentiment index). A década escolhida traz uma correlação extremamente visível entre as variáveis, entretanto as mesmas não parecem sinalizar com muita antecedência o resultado do IP, parecem sempre demonstrar uma fotografia da situação econômica do momento.

Gráfico 10: Uncertain Index & Consumer Sentiment Index



Por último segue o gráfico 11 do IP com 2 setores de mercado mais “selecionados” pelos modelos. Da mesma forma que ocorre com o franco suíço, é extremamente difícil observar a olho nu a contribuição dos retornos de mercado destes setores para a previsão do IP, entretanto com 3 meses de antecedência há uma correlação elevada entre as variáveis, observada na tabela 94 do anexo 6. Além disso os modelos foram capazes de capturar esta relação e extrair informação relevante para efetuar melhores previsões.

Gráfico 11: Telcm &amp; Insur



## 4. Conclusão

Estas novas técnicas econométricas trazem um ganho em relação a um simples modelo AR, sem um grande custo, pois hoje em dia os dados, software e a capacidade computacional (hardware) para efetuar este tipo de trabalho são facilmente disponíveis. Entretanto, quando olhamos os gráficos com os erros das previsões, a análise de sinal observada no anexo 4, temos em mente que fazer previsão de dados voláteis como o IP em frequência mensal ainda é um grande desafio para economistas.

O principal ganho da utilização das novas técnicas talvez esteja na capacidade de interpretação dos resultados destes modelos. Foi observado no presente trabalho que mercados financeiros possuem informação preditiva relevante em prever o IP. Ou seja, retornos que são reflexo da expectativa dos agentes possuem informação a respeito da economia real no futuro próximo. Índices de sentimento também fazem o mesmo, mas tendem a captar a fotografia atual da economia do que o futuro próximo. Foi possível observar também aspectos gerais a respeito do uso de janelas rolantes, o dinamismo da economia e quebra nas séries.

Os modelos utilizados com suas características de não serem parametrizados e exercerem a escolha de variáveis demonstram a dinâmica da economia americana ao longo do tempo, variáveis importantes na década de 70 deixam de ser importantes nos anos 2010, por exemplo. A teoria econômica deve estar sempre atenta para o dinamismo da sociedade e observando quebras de padrões e de séries ao se fazer previsões econômicas. Estes tipos de modelos auxiliam no trabalho de interpretação histórica e dão sinais para aonde a pesquisa teórica pode procurar relações de causa e efeito e entender interações mais complexas. Estes poderosos algoritmos ajudam a encontrar relações muitas vezes negligenciadas ou confirmar aspectos teóricos já batidos pela academia. Por exemplo, o modelo Random Forest tem a característica de ser não linear, e dentre a grande quantidade de variáveis possíveis, a maior quantidade de variáveis escolhidas foram variáveis de taxas de juros. Modelos macroeconômicos Novo Keynesianos trazem uma relação entre produção e juros em uma curva IS que em

tese é não linear, pois o equilíbrio geral proposto no modelo é uma linearização em torno do steady state, e o processo de *machine learning* do modelo, mesmo que sutilmente, capta isso. O lado positivo está na defesa de teorias que trazem essa relação como sendo não linear, entretanto a utilização de modelos que linearizam esta relação podem trazer erros de previsão e interpretação dos dados.

Não somente as taxas de juros, mas outros setores econômicos são úteis em prever o IP e com o auxílio dos modelos pôde-se observar relações diretas do IP com variáveis que talvez pudessem ser negligenciadas em um processo de previsão. Além disto, estes resultados trazem motivação de pesquisa para compreender melhor estas relações e a engrenagem da economia americana.

## 5. Referências bibliográficas

ALBUQUERQUE, Rui; MIAO, Jianjun. Advance information and asset prices. **Journal of Economic Theory**, v. 149, p. 236-275, 2014.

AMROMIN, Gene; SHARPE, Steven A. **Expectations of risk and return among household investors: Are their Sharpe ratios countercyclical?** 2009.

BAI, Jushan; NG, Serena. Forecasting economic time series using targeted predictors. **Journal of Econometrics**, v. 146, n. 2, p. 304-317, 2008.

BAKER, Scott R.; BLOOM, Nicholas; DAVIS, Steven J. Measuring economic policy uncertainty. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 131, n. 4, p. 1593-1636, 2016.

BEAUDRY, Paul; PORTIER, Franck. News-driven business cycles: Insights and challenges. **Journal of Economic Literature**, v. 52, n. 4, p. 993-1074, 2014.

\_\_\_\_\_. Stock prices, news, and economic fluctuations. **American Economic Review**, v. 96, n. 4, p. 1293-1307, 2006.

BROCATO, Joe; STEED, Steve. Optimal asset allocation over the business cycle. **Financial Review**, v. 33, n. 3, p. 129-148, 1998.

CAMACHO, Maximo; PEREZ-QUIROS, Gabriel; PONCELA, Pilar. Markov-switching dynamic factor models in real time. **International Journal of Forecasting**, v. 34, n. 4, p. 598-611, 2018.

CASCALDI-GARCIA, Danilo. News shocks and the slope of the term structure of interest rates: Comment. **American Economic Review**, v. 107, n. 10, p. 3243-49, 2017.

CHAUVET, Marcelle. Stock market fluctuations and the business cycle. **Journal of economic and social measurement**, v. 25, n. 3, 4, p. 235-257, 1998.

CHAUVET, Marcelle; GUO, Jang-Ting. Sunspots, animal spirits, and economic fluctuations. **Macroeconomic Dynamics**, v. 7, n. 1, p. 140-169, 2003.

CHEN, Nai-Fu; ROLL, Richard; ROSS, Stephen A. Economic forces and the stock market. **Journal of business**, p. 383-403, 1986.

CHINI, Emilio Zanetti. Forecasting dynamically asymmetric fluctuations of the US business cycle. **International Journal of Forecasting**, v. 34, n. 4, p. 711-732, 2018.

COCHRANE, John H. et al. Financial markets and the real economy. **Foundations and Trends® in Finance**, v. 1, n. 1, p. 1-101, 2005.



COCHRANE, John H. Macro-finance. **Review of Finance**, v. 21, n. 3, p. 945-985, 2017.

CONSTANTINIDES, George M.; GHOSH, Anisha. Asset pricing with countercyclical household consumption risk. **The Journal of Finance**, v. 72, n. 1, p. 415-460, 2017.

DESTEFANO, Michael. Stock returns and the business cycle. **Financial Review**, v. 39, n. 4, p. 527-547, 2004.

DIEBOLD, Francis X.; MARIANO, Robert S. Comparing predictive accuracy. **Journal of Business & economic statistics**, 1995.

ESTRELLA, Arturo; HARDOUVELIS, Gikas A. The term structure as a predictor of real economic activity. **The journal of Finance**, v. 46, n. 2, p. 555-576, 1991.

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

FAMA, Eugene F.; FRENCH, Kenneth R. Business conditions and expected returns on stocks and bonds. **Journal of financial economics**, v. 25, n. 1, p. 23-49, 1989.

FAN, Haichao et al. News shock, firm dynamics and business cycles: Evidence and theory. **Journal of Economic Dynamics and Control**, v. 73, p. 159-180, 2016.

FORNI, Mario et al. Noise bubbles. **The Economic Journal**, v. 127, n. 604, p. 1940-1976, 2017.

GARCIA, Márcio GP; MEDEIROS, Marcelo C.; VASCONCELOS, Gabriel FR. Real-time inflation forecasting with high-dimensional models: The case of Brazil. **International Journal of Forecasting**, v. 33, n. 3, p. 679-693, 2017.

HAMILTON, James D. A new approach to the economic analysis of nonstationary time series and the business cycle. **Econometrica: Journal of the Econometric Society**, p. 357-384, 1989.

\_\_\_\_\_. Time series analysis. **Economic Theory. II, Princeton University Press, USA**, p. 625-630, 1994.

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

JACCARD, Ivan. Asset pricing and the propagation of macroeconomic shocks. **Journal of the European Economic Association**, v. 16, n. 2, p. 436-486, 2017.

JAIMOVICH, Nir; REBELO, Sergio. Can news about the future drive the business cycle? **American Economic Review**, v. 99, n. 4, p. 1097-1118, 2009.

JURADO, Kyle; LUDVIGSON, Sydney C.; NG, Serena. Measuring uncertainty. **American Economic Review**, v. 105, n. 3, p. 1177-1216, 2015.

KOLE, Erik; VAN DIJK, Dick. How to identify and forecast bull and bear markets? **Journal of Applied Econometrics**, v. 32, n. 1, p. 120-139, 2017.

KURMANN, André; MERTENS, Elmar. Stock prices, news, and economic fluctuations: Comment. **American Economic Review**, v. 104, n. 4, p. 1439-45, 2014.

KURMANN, André; OTROK, Christopher. News shocks and the slope of the term structure of interest rates. **American Economic Review**, v. 103, n. 6, p. 2612-32, 2013.

LEE, Bong-Soo. Causal relations among stock returns, interest rates, real activity, and inflation. **The Journal of Finance**, v. 47, n. 4, p. 1591-1603, 1992.

LIEW, Jimmy; VASSALOU, Maria. Can book-to-market, size and momentum be risk factors that predict economic growth? **Journal of Financial Economics**, v. 57, n. 2, p. 221-245, 2000.

LUDVIGSON, Sydney C.; MA, Sai; NG, Serena. **Uncertainty and business cycles: exogenous impulse or endogenous response?** National Bureau of Economic Research, 2015.

MEDEIROS, Marcelo C. et al. **Forecasting Inflation in a Data-Rich Environment: The Benefits of Machine Learning Methods**. 2018.

MENNIS, Edmund A. Security prices and business cycles. **Financial Analysts Journal**, v. 51, n. 1, p. 44-50, 1955.

MIAO, Jianjun; WANG, Pengfei; XU, Zhiwei. A Bayesian dynamic stochastic general equilibrium model of stock market bubbles and business cycles. **Quantitative Economics**, v. 6, n. 3, p. 599-635, 2015.

MURPHY, Kevin P. **Machine learning: a probabilistic perspective**. MIT press, 2012.

NIMARK, Kristoffer P. Man-bites-dog business cycles. **American Economic Review**, v. 104, n. 8, p. 2320-67, 2014.

TREVOR, Hastie; ROBERT, Tibshirani; JH, Friedman. **The elements of statistical learning: data mining, inference, and prediction**. 2009.

## **Anexos**

### **Anexo 1 – Variáveis 1º Ambiente e Descrição setorial**

Variáveis utilizadas:

- O índice de incerteza de Baker, Bloom e Davis.

Da database do Fred:

- 10-Year Treasury C Minus FEDFUNDS (prêmio a termo)
- Moody's Aaa Corporate Bond Minus FEDFUNDS (prêmio de risco de taxa de juros)
- Consumer Sentiment Index (sentimento dos *households*)
- VXOCLSx – Volatilidade Implícita

Da database do Kenneth R. French:

- Mkt-RF(prêmio de risco de mercado)
- 49 retornos setoriais a seguir<sup>9</sup>: AgricFood Soda Beer  
Smoke Toys Fun Books Hshld Clths Hlth  
MedEqDrugs Chems Rubbr Txtls BldMt Cnstr  
Steel FabPr Mach ElcEq Autos Aero Ships  
Guns Gold Mines Coal Oil Util Telcm  
PerSv BusSv Hardw Softw Chips LabEq Paper  
Boxes Trans Whlsl Rtail Meals Banks Insur  
RIEst Fin Other

Os dados estão disponíveis desde fevereiro de 1959 para IP, Mkt-RF, Prêmio a termo, Prêmio de risco de taxa de juros, todos os setores exceto: Soda (disponível a partir de 07/1963), Hlth (disponível a partir de 07/1969), FabPr (disponível a partir de 07/1963), Guns (disponível a partir de 07/1963), Gold (disponível a partir de 07/1963), Softw (disponível a partir de 07/1965). O sentimento do consumidor só é utilizado quando sua série é mensal a partir de 01/1978, o índice de volatilidade implícita a partir de 07/1962, e o índice de incerteza a partir de 01/1985.

Abaixo as descrições setoriais:

1 Agric Agriculture

0100-0199 Agric production - crops

0200-0299 Agric production - livestock

0700-0799 Agricultural services

<sup>9</sup> Descrição dos setores se encontra no Anexo 1.

0910-0919 Commercial fishing  
2048-2048 Prepared feeds for animals

## 2 Food Food Products

2000-2009 Food and kindred products  
2010-2019 Meat products  
2020-2029 Dairy products  
2030-2039 Canned-preserved fruits-vegs  
2040-2046 Flour and other grain mill products  
2050-2059 Bakery products  
2060-2063 Sugar and confectionery products  
2070-2079 Fats and oils  
2090-2092 Misc food preps  
2095-2095 Roasted coffee  
2098-2099 Misc food preparations

## 3 Soda Candy & Soda

2064-2068 Candy and other confectionery  
2086-2086 Bottled-canned soft drinks  
2087-2087 Flavoring syrup  
2096-2096 Potato chips  
2097-2097 Manufactured ice

## 4 Beer Beer & Liquor

2080-2080 Beverages  
2082-2082 Malt beverages  
2083-2083 Malt  
2084-2084 Wine  
2085-2085 Distilled and blended liquors

## 5 Smoke Tobacco Products

2100-2199 Tobacco products

## 6 Toys Recreation

0920-0999 Fishing, hunting & trapping  
 3650-3651 Household audio visual equip  
 3652-3652 Phonographic records  
 3732-3732 Boat building and repair  
 3930-3931 Musical instruments  
 3940-3949 Toys

#### 7 Fun Entertainment

7800-7829 Services - motion picture production and distribution  
 7830-7833 Services - motion picture theatres  
 7840-7841 Services - video rental  
 7900-7900 Services - amusement and recreation  
 7910-7911 Services - dance studios  
 7920-7929 Services - bands, entertainers  
 7930-7933 Services - bowling centers  
 7940-7949 Services - professional sports  
 7980-7980 Amusement and recreation services (?)  
 7990-7999 Services - misc entertainment

#### 8 Books Printing and Publishing

2700-2709 Printing publishing and allied  
 2710-2719 Newspapers: publishing-printing  
 2720-2729 Periodicals: publishing-printing  
 2730-2739 Books: publishing-printing  
 2740-2749 Misc publishing  
 2770-2771 Greeting card publishing  
 2780-2789 Book binding  
 2790-2799 Service industries for print trade

#### 9 Hshld Consumer Goods

2047-2047 Dog and cat food  
 2391-2392 Curtains, home furnishings  
 2510-2519 Household furniture  
 2590-2599 Misc furniture and fixtures

2840-2843 Soap & other detergents  
 2844-2844 Perfumes cosmetics  
 3160-3161 Luggage  
 3170-3171 Handbags and purses  
 3172-3172 Personal leather goods, except handbags  
 3190-3199 Leather goods  
 3229-3229 Pressed and blown glass  
 3260-3260 Pottery and related products  
 3262-3263 China and earthenware table articles  
 3269-3269 Pottery products  
 3230-3231 Glass products  
 3630-3639 Household appliances  
 3750-3751 Motorcycles, bicycles and parts (Harley & Huffy)  
 3800-3800 Misc inst, photo goods, watches  
 3860-3861 Photographic equip (Kodak etc, but also Xerox)  
 3870-3873 Watches clocks and parts  
 3910-3911 Jewelry-precious metals  
 3914-3914 Silverware  
 3915-3915 Jewelers' findings, materials  
 3960-3962 Costume jewelry and notions  
 3991-3991 Brooms and brushes  
 3995-3995 Burial caskets

## 10 Clths Apparel

2300-2390 Apparel and other finished products  
 3020-3021 Rubber and plastics footwear  
 3100-3111 Leather tanning and finishing  
 3130-3131 Boot, shoe cut stock, findings  
 3140-3149 Footwear except rubber  
 3150-3151 Leather gloves and mittens  
 3963-3965 Fasteners, buttons, needles, pins

## 11 Hlth Healthcare

8000-8099 Services - health

## 12 MedEq Medical Equipment

3693-3693 X-ray, electromedical app

3840-3849 Surg & med instru

3850-3851 Ophthalmic goods

## 13 Drugs Pharmaceutical Products

2830-2830 Drugs

2831-2831 Biological products

2833-2833 Medicinal chemicals

2834-2834 Pharmaceutical preparations

2835-2835 In vitro, in vivo diagnostics

2836-2836 Biological products, except diagnostics

## 14 Chems Chemicals

2800-2809 Chemicals and allied products

2810-2819 Industrial inorganic chems

2820-2829 Plastic material & synthetic resin

2850-2859 Paints

2860-2869 Industrial organic chems

2870-2879 Agriculture chemicals

2890-2899 Misc chemical products

## 15 Rubbr Rubber and Plastic Products

3031-3031 Reclaimed rubber

3041-3041 Rubber & plastic hose and belting

3050-3053 Gaskets, hoses, etc

3060-3069 Fabricated rubber products

3070-3079 Misc rubber products (?)

3080-3089 Misc plastic products

3090-3099 Misc rubber and plastic products (?)

## 16 Txtls Textiles

2200-2269 Textile mill products



2270-2279 Floor covering mills  
 2280-2284 Yarn and thread mills  
 2290-2295 Misc textile goods  
 2297-2297 Nonwoven fabrics  
 2298-2298 Cordage and twine  
 2299-2299 Misc textile products  
 2393-2395 Textile bags, canvas products  
 2397-2399 Misc textile products

#### 17 BldMt Construction Materials

0800-0899 Forestry  
 2400-2439 Lumber and wood products  
 2450-2459 Wood buildings-mobile homes  
 2490-2499 Misc wood products  
 2660-2661 Building paper and board mills  
 2950-2952 Paving & roofing materials  
 3200-3200 Stone, clay, glass, concrete etc  
 3210-3211 Flat glass  
 3240-3241 Cement hydraulic  
 3250-3259 Structural clay prods  
 3261-3261 Vitreous china plumbing fixtures  
 3264-3264 Porcelain electrical supply  
 3270-3275 Concrete gypsum & plaster  
 3280-3281 Cut stone and stone products  
 3290-3293 Abrasive and asbestos products  
 3295-3299 Non-metallic mineral products  
 3420-3429 Handtools and hardware  
 3430-3433 Heating equip & plumbing fix  
 3440-3441 Fabricated struct metal products  
 3442-3442 Metal doors, frames  
 3446-3446 Architectual or ornamental metal work  
 3448-3448 Pre-fab metal buildings  
 3449-3449 Misc structural metal work  
 3450-3451 Screw machine products

- 3452-3452 Bolts, nuts screws
- 3490-3499 Misc fabricated metal products
- 3996-3996 Hard surface floor cover

## 18 Cnstr Construction

- 1500-1511 Build construction - general contractors
- 1520-1529 Gen building contractors - residential
- 1530-1539 Operative builders
- 1540-1549 Gen building contractors - non-residential
- 1600-1699 Heavy Construction - not building contractors
- 1700-1799 Construction - special contractors

## 19 Steel Steel Works Etc

- 3300-3300 Primary metal industries
- 3310-3317 Blast furnaces & steel works
- 3320-3325 Iron & steel foundries
- 3330-3339 Prim smelt-refin nonfer metals
- 3340-3341 Secondary smelt-refin nonfer metals
- 3350-3357 Rolling & drawing nonferrous metals
- 3360-3369 Non-ferrous foundries and casting
- 3370-3379 Steel works etc
- 3390-3399 Misc primary metal products

## 20 FabPr Fabricated Products

- 3400-3400 Fabricated metal, except machinery and trans eq
- 3443-3443 Fabricated plate work
- 3444-3444 Sheet metal work
- 3460-3469 Metal forgings and stampings
- 3470-3479 Coating and engraving

## 21 Mach Machinery

- 3510-3519 Engines & turbines
- 3520-3529 Farm and garden machinery
- 3530-3530 Constr, mining material handling machinery

- 3531-3531 Construction machinery
- 3532-3532 Mining machinery, except oil field
- 3533-3533 Oil field machinery
- 3534-3534 Elevators
- 3535-3535 Conveyors
- 3536-3536 Cranes, hoists
- 3538-3538 Machinery
- 3540-3549 Metalworking machinery
- 3550-3559 Special industry machinery
- 3560-3569 General industrial machinery
- 3580-3580 Refrig & service ind machines
- 3581-3581 Automatic vending machines
- 3582-3582 Commercial laundry and drycleaning machines
- 3585-3585 Air conditioning, heating, re Frid eq
- 3586-3586 Measuring and dispensing pumps
- 3589-3589 Service industry machinery
- 3590-3599 Misc industrial and commercial equipment and mach

## 22 ElcEq Electrical Equipment

- 3600-3600 Elec mach eq & supply
- 3610-3613 Elec transmission
- 3620-3621 Electrical industrial appar
- 3623-3629 Electrical industrial appar
- 3640-3644 Electric lighting, wiring
- 3645-3645 Residential lighting fixtures
- 3646-3646 Commercial lighting
- 3648-3649 Lighting equipment
- 3660-3660 Communication equip
- 3690-3690 Miscellaneous electrical machinery and equip
- 3691-3692 Storage batteries
- 3699-3699 Electrical machinery and equip

## 23 Autos Automobiles and Trucks

- 2296-2296 Tire cord and fabric

2396-2396 Auto trim  
3010-3011 Tires and inner tubes  
3537-3537 Trucks, tractors, trailers  
3647-3647 Vehicular lighting  
3694-3694 Elec eq, internal combustion engines  
3700-3700 Transportation equipment  
3710-3710 Motor vehicles and motor vehicle equip  
3711-3711 Motor vehicles & car bodies  
3713-3713 Truck & bus bodies  
3714-3714 Motor vehicle parts  
3715-3715 Truck trailers  
3716-3716 Motor homes  
3792-3792 Travel trailers and campers  
3790-3791 Misc trans equip  
3799-3799 Misc trans equip

24 Aero Aircraft

3720-3720 Aircraft & parts  
3721-3721 Aircraft  
3723-3724 Aircraft engines, engine parts  
3725-3725 Aircraft parts  
3728-3729 Aircraft parts

25 Ships Shipbuilding, Railroad Equipment

3730-3731 Ship building and repair  
3740-3743 Railroad Equipment

26 Guns Defense

3760-3769 Guided missiles and space vehicles  
3795-3795 Tanks and tank components  
3480-3489 Ordnance & accessories

27 Gold Precious Metals

1040-1049 Gold & silver ores

## 28 Mines Non-Metallic and Industrial Metal Mining

1000-1009 Metal mining

1010-1019 Iron ores

1020-1029 Copper ores

1030-1039 Lead and zinc ores

1050-1059 Bauxite and other aluminum ores

1060-1069 Ferroalloy ores

1070-1079 Mining

1080-1089 Mining services

1090-1099 Misc metal ores

1100-1119 Anthracite mining

1400-1499 Mining and quarrying non-metallic minerals

## 29 Coal Coal

1200-1299 Bituminous coal

## 30 Oil Petroleum and Natural Gas

1300-1300 Oil and gas extraction

1310-1319 Crude petroleum & natural gas

1320-1329 Natural gas liquids

1330-1339 Petroleum and natural gas

1370-1379 Petroleum and natural gas

1380-1380 Oil and gas field services

1381-1381 Drilling oil & gas wells

1382-1382 Oil-gas field exploration

1389-1389 Oil and gas field services

2900-2912 Petroleum refining

2990-2999 Misc petroleum products

## 31 Util Utilities

4900-4900 Electric, gas, sanitary services

4910-4911 Electric services

4920-4922 Natural gas transmission

4923-4923 Natural gas transmission-distr  
4924-4925 Natural gas distribution  
4930-4931 Electric and other services combined  
4932-4932 Gas and other services combined  
4939-4939 Combination utilities  
4940-4942 Water supply

### 32 Telem Communication

4800-4800 Communications  
4810-4813 Telephone communications  
4820-4822 Telegraph and other message communication  
4830-4839 Radio-TV Broadcasters  
4840-4841 Cable and other pay TV services  
4880-4889 Communications  
4890-4890 Communication services (Comsat)  
4891-4891 Cable TV operators  
4892-4892 Telephone interconnect  
4899-4899 Communication services

### 33 PerSv Personal Services

7020-7021 Rooming and boarding houses  
7030-7033 Camps and recreational vehicle parks  
7200-7200 Services - personal  
7210-7212 Services - laundry, cleaners  
7214-7214 Services - diaper service  
7215-7216 Services - coin-op cleaners, dry cleaners  
7217-7217 Services - carpet, upholstery cleaning  
7219-7219 Services - laundry, cleaners  
7220-7221 Services - photo studios, portrait  
7230-7231 Services - beauty shops  
7240-7241 Services - barber shops  
7250-7251 Services - shoe repair  
7260-7269 Services - funeral  
7270-7290 Services - misc

7291-7291 Services - tax return  
 7292-7299 Services - misc  
 7395-7395 Services - photofinishing labs (School pictures)  
 7500-7500 Services - auto repair, services  
 7520-7529 Services - automobile parking  
 7530-7539 Services - auto repair shops  
 7540-7549 Services - auto services, except repair (car washes)  
 7600-7600 Services - Misc repair services  
 7620-7620 Services - Electrical repair shops  
 7622-7622 Services - Radio and TV repair shops  
 7623-7623 Services - Refridg and air conditioner repair  
 7629-7629 Services - Electrical repair shops  
 7630-7631 Services - Watch, clock and jewelry repair  
 7640-7641 Services - Reupholster, furniture repair  
 7690-7699 Services - Misc repair shops  
 8100-8199 Services - legal  
 8200-8299 Services - educational  
 8300-8399 Services - social services  
 8400-8499 Services - museums, galleries, botanic gardens  
 8600-8699 Services - membership organizations  
 8800-8899 Services - private households  
 7510-7515 Services - truck, auto rental and leasing

#### 34 BusSv Business Services

2750-2759 Commercial printing  
 3993-3993 Signs, advertising specialty  
 7218-7218 Services - industrial launderers  
 7300-7300 Services - business services  
 7310-7319 Services - advertising  
 7320-7329 Services - credit reporting agencies, collection services  
 7330-7339 Services - mailing, reproduction, commercial art  
 7340-7342 Services - services to dwellings, other buildings  
 7349-7349 Services - cleaning and bulging maint  
 7350-7351 Services - misc equip rental and leasing

- 7352-7352 Services - medical equip rental
- 7353-7353 Services - heavy construction equip rental
- 7359-7359 Services - equip rental and leasing
- 7360-7369 Services - personnel supply services
- 7374-7374 Services - computer processing, data prep
- 7376-7376 Services - computer facilities management service
- 7377-7377 Services - computer rental and leasing
- 7378-7378 Services - computer maintenance and repair
- 7379-7379 Services - computer related services
- 7380-7380 Services - misc business services
- 7381-7382 Services - security
- 7383-7383 Services - news syndicates
- 7384-7384 Services - photofinishing labs
- 7385-7385 Services - telephone interconnections
- 7389-7390 Services - misc business services
- 7391-7391 Services - R&D labs
- 7392-7392 Services - management consulting & P.R.
- 7393-7393 Services - detective and protective (ADT)
- 7394-7394 Services - equipment rental & leasing
- 7396-7396 Services - trading stamp services
- 7397-7397 Services - commercial testing labs
- 7399-7399 Services - business services
- 7519-7519 Services - trailer rental and leasing
- 8700-8700 Services - engineering, accounting, research,  
management
- 8710-8713 Services - engineering, accounting, surveying
- 8720-8721 Services - accounting, auditing, bookkeeping
- 8730-8734 Services - research, development, testing labs
- 8740-8748 Services - management, public relations, consulting
- 8900-8910 Services - misc
- 8911-8911 Services - engineering & architect
- 8920-8999 Services - misc
- 4220-4229 Warehousing and storage



### 35 Hardw Computers

- 3570-3579 Office computers
- 3680-3680 Computers
- 3681-3681 Computers - mini
- 3682-3682 Computers - mainframe
- 3683-3683 Computers - terminals
- 3684-3684 Computers - disk & tape drives
- 3685-3685 Computers - optical scanners
- 3686-3686 Computers - graphics
- 3687-3687 Computers - office automation systems
- 3688-3688 Computers - peripherals
- 3689-3689 Computers - equipment
- 3695-3695 Magnetic and optical recording media

### 36 Softw Computer Software

- 7370-7372 Services - computer programming and data processing
- 7375-7375 Services - information retrieval services
- 7373-7373 Computer integrated systems design

### 37 Chips Electronic Equipment

- 3622-3622 Industrial controls
- 3661-3661 Telephone and telegraph apparatus
- 3662-3662 Communications equipment
- 3663-3663 Radio TV comm equip & apparatus
- 3664-3664 Search, navigation, guidance systems
- 3665-3665 Training equipment & simulators
- 3666-3666 Alarm & signaling products
- 3669-3669 Communication equipment
- 3670-3679 Electronic components
- 3810-3810 Search, detection, navigation, guidance
- 3812-3812 Search, detection, navigation, guidance

### 38 LabEq Measuring and Control Equipment

- 3811-3811 Engr lab and research equipment

3820-3820 Measuring and controlling equipment  
 3821-3821 Lab apparatus and furniture  
 3822-3822 Automatic controls - Envir and applic  
 3823-3823 Industrial measurement instru  
 3824-3824 Totalizing fluid meters  
 3825-3825 Elec meas & test instr  
 3826-3826 Lab analytical instruments  
 3827-3827 Optical instr and lenses  
 3829-3829 Meas and control devices  
 3830-3839 Optical instr and lenses

### 39 Paper Business Supplies

2520-2549 Office furniture and fixtures  
 2600-2639 Paper and allied products  
 2670-2699 Paper and allied products  
 2760-2761 Manifold business forms  
 3950-3955 Pens pencils and office supplies

### 40 Boxes Shipping Containers

2440-2449 Wood containers  
 2640-2659 Paperboard containers, boxes, drums, tubs  
 3220-3221 Glass containers  
 3410-3412 Metal cans and shipping containers

### 41 Trans Transportation

4000-4013 Railroads-line haul  
 4040-4049 Railway express service  
 4100-4100 Transit and passenger trans  
 4110-4119 Local passenger trans  
 4120-4121 Taxicabs  
 4130-4131 Intercity bus trans (Greyhound)  
 4140-4142 Bus charter  
 4150-4151 School buses  
 4170-4173 Motor vehicle terminals, service facilities

4190-4199 Misc transit and passenger transportation  
 4200-4200 Motor freight trans, warehousing  
 4210-4219 Trucking  
 4230-4231 Terminal facilities - motor freight  
 4240-4249 Transportation  
 4400-4499 Water transport  
 4500-4599 Air transportation  
 4600-4699 Pipelines, except natural gas  
 4700-4700 Transportation services  
 4710-4712 Freight forwarding  
 4720-4729 Travel agencies, etc  
 4730-4739 Arrange trans - freight and cargo  
 4740-4749 Rental of railroad cars  
 4780-4780 Misc services incidental to trans  
 4782-4782 Inspection and weighing services  
 4783-4783 Packing and crating  
 4784-4784 Fixed facilities for vehicles, not elsewhere classified  
 4785-4785 Motor vehicle inspection  
 4789-4789 Transportation services

#### 42 Whlsl Wholesale

5000-5000 Wholesale - durable goods  
 5010-5015 Wholesale - autos and parts  
 5020-5023 Wholesale - furniture and home furnishings  
 5030-5039 Wholesale - lumber and construction materials  
 5040-5042 Wholesale - professional and commercial equipment and

supplies

5043-5043 Wholesale - photographic equipment  
 5044-5044 Wholesale - office equipment  
 5045-5045 Wholesale - computers  
 5046-5046 Wholesale - commerical equip  
 5047-5047 Wholesale - medical, dental equip  
 5048-5048 Wholesale - ophthalmic goods  
 5049-5049 Wholesale - professional equip and supplies

5050-5059 Wholesale - metals and minerals  
 5060-5060 Wholesale - electrical goods  
 5063-5063 Wholesale - electrical apparatus and equipment  
 5064-5064 Wholesale - electrical appliance TV and radio  
 5065-5065 Wholesale - electronic parts  
 5070-5078 Wholesale - hardware, plumbing, heating equip  
 5080-5080 Wholesale - machinery and equipment  
 5081-5081 Wholesale - machinery and equipment (?)  
 5082-5082 Wholesale - construction and mining equipment  
 5083-5083 Wholesale - farm and garden machinery  
 5084-5084 Wholesale - industrial machinery and equipment  
 5085-5085 Wholesale - industrial supplies  
 5086-5087 Wholesale - machinery and equipment (?)  
 5088-5088 Wholesale - trans eq except motor vehicles  
 5090-5090 Wholesale - misc durable goods  
 5091-5092 Wholesale - sporting goods, toys  
 5093-5093 Wholesale - scrap and waste materials  
 5094-5094 Wholesale - jewelry and watches  
 5099-5099 Wholesale - durable goods  
 5100-5100 Wholesale - nondurable goods  
 5110-5113 Wholesale - paper and paper products  
 5120-5122 Wholesale - drugs & proprietary  
 5130-5139 Wholesale - apparel  
 5140-5149 Wholesale - groceries & related prods  
 5150-5159 Wholesale - farm products  
 5160-5169 Wholesale - chemicals & allied prods  
 5170-5172 Wholesale - petroleum and petro prods  
 5180-5182 Wholesale - beer, wine  
 5190-5199 Wholesale - non-durable goods

#### 43 Rtail Retail

5200-5200 Retail - bldg material, hardware, garden  
 5210-5219 Retail - lumber & other building mat  
 5220-5229 Retail

5230-5231 Retail - paint, glass, wallpaper  
5250-5251 Retail - hardware stores  
5260-5261 Retail - nurseries, lawn, garden stores  
5270-5271 Retail - mobile home dealers  
5300-5300 Retail - general merchandise stores  
5310-5311 Retail - department stores  
5320-5320 Retail - general merchandise stores (?)  
5330-5331 Retail - variety stores  
5334-5334 Retail - catalog showroom  
5340-5349 Retail  
5390-5399 Retail - Misc general merchandise stores  
5400-5400 Retail - food stores  
5410-5411 Retail - grocery stores  
5412-5412 Retail - convenience stores  
5420-5429 Retail - meat, fish mkt  
5430-5439 Retail - fruit and vegetable markets  
5440-5449 Retail - candy, nut, confectionary stores  
5450-5459 Retail - dairy product stores  
5460-5469 Retail - bakeries  
5490-5499 Retail - miscellaneous food stores  
5500-5500 Retail - auto dealers and gas stations  
5510-5529 Retail - auto dealers  
5530-5539 Retail - auto and home supply stores  
5540-5549 Retail - gasoline service stations  
5550-5559 Retail - boat dealers  
5560-5569 Retail - recreational vehicle dealers  
5570-5579 Retail - motorcycle dealers  
5590-5599 Retail - automotive dealers  
5600-5699 Retail - apparel & acces  
5700-5700 Retail - home furniture and equipment stores  
5710-5719 Retail - home furnishings stores  
5720-5722 Retail - household appliance stores  
5730-5733 Retail - radio, TV and consumer electronic stores  
5734-5734 Retail - computer and computer software stores

5735-5735 Retail - record and tape stores  
 5736-5736 Retail - musical instrument stores  
 5750-5799 Retail  
 5900-5900 Retail - misc  
 5910-5912 Retail - drug & proprietary stores  
 5920-5929 Retail - liquor stores  
 5930-5932 Retail - used merchandise stores  
 5940-5940 Retail - misc  
 5941-5941 Retail - sporting goods stores, bike shops  
 5942-5942 Retail - book stores  
 5943-5943 Retail - stationery stores  
 5944-5944 Retail - jewelry stores  
 5945-5945 Retail - hobby, toy and game shops  
 5946-5946 Retail - camera and photo shop  
 5947-5947 Retail - gift, novelty  
 5948-5948 Retail - luggage  
 5949-5949 Retail - sewing & needlework stores  
 5950-5959 Retail  
 5960-5969 Retail - non-store retailers (catalogs, etc)  
 5970-5979 Retail  
 5980-5989 Retail - fuel & ice stores (Penn Central Co)  
 5990-5990 Retail - retail stores  
 5992-5992 Retail - florists  
 5993-5993 Retail - tobacco stores  
 5994-5994 Retail - newsdealers  
 5995-5995 Retail - computer stores  
 5999-5999 Retail stores

#### 44 Meals Restaurants, Hotels, Motels

5800-5819 Retail - eating places  
 5820-5829 Restaurants, hotels, motels  
 5890-5899 Eating and drinking places  
 7000-7000 Hotels, other lodging places  
 7010-7019 Hotels motels

7040-7049 Membership hotels and lodging

7213-7213 Services - linen

#### 45 Banks Banking

6000-6000 Depository institutions

6010-6019 Federal reserve banks

6020-6020 Commercial banks

6021-6021 National commercial banks

6022-6022 State banks - Fed Res System

6023-6024 State banks - not Fed Res System

6025-6025 National banks - Fed Res System

6026-6026 National banks - not Fed Res System

6027-6027 National banks, not FDIC

6028-6029 Banks

6030-6036 Savings institutions

6040-6059 Banks (?)

6060-6062 Credit unions

6080-6082 Foreign banks

6090-6099 Functions related to deposit banking

6100-6100 Nondepository credit institutions

6110-6111 Federal credit agencies

6112-6113 FNMA

6120-6129 S&Ls

6130-6139 Agricultural credit institutions

6140-6149 Personal credit institutions (Beneficial)

6150-6159 Business credit institutions

6160-6169 Mortgage bankers

6170-6179 Finance lessors

6190-6199 Financial services

#### 46 Insur Insurance

6300-6300 Insurance

6310-6319 Life insurance

6320-6329 Accident and health insurance

6330-6331 Fire, marine, property-casualty ins  
6350-6351 Surety insurance  
6360-6361 Title insurance  
6370-6379 Pension, health, welfare funds  
6390-6399 Insurance carriers  
6400-6411 Insurance agents

#### 47 REst Real Estate

6500-6500 Real estate  
6510-6510 Real estate operators  
6512-6512 Operators - non-resident buildings  
6513-6513 Operators - apartment buildings  
6514-6514 Operators - other than apartment  
6515-6515 Operators - residential mobile home  
6517-6519 Lessors of real property  
6520-6529 Real estate  
6530-6531 Real estate agents and managers  
6532-6532 Real estate dealers  
6540-6541 Title abstract offices  
6550-6553 Real estate developers  
6590-6599 Real estate  
6610-6611 Combined real estate, insurance, etc

#### 48 Fin Trading

6200-6299 Security and commodity brokers  
6700-6700 Holding, other investment offices  
6710-6719 Holding offices  
6720-6722 Investment offices  
6723-6723 Management investment, closed-end  
6724-6724 Unit investment trusts  
6725-6725 Face-amount certificate offices  
6726-6726 Unit inv trusts, closed-end  
6730-6733 Trusts  
6740-6779 Investment offices



6790-6791 Miscellaneous investing

6792-6792 Oil royalty traders

6793-6793 Commodity traders

6794-6794 Patent owners & lessors

6795-6795 Mineral royalty traders

6798-6798 REIT

6799-6799 Investors, NEC

49 Other Almost Nothing

4950-4959 Sanitary services

4960-4961 Steam, air conditioning supplies

4970-4971 Irrigation systems

4990-4991 Cogeneration - SM power producer

## Anexo 2 – Variáveis 2º Ambiente, descrição de siglas e setores

Variáveis utilizadas:

- O índice de incerteza de Baker, Bloom e Davis.

Da database do Kenneth R. French:

- Mkt-RF(prêmio de risco de mercado)

Da database do Fred<sup>10</sup>:

- **Output and income:** Real Personal Income, Real personal income ex transfer receipts, IP Index, IP: Final Products and Nonindustrial Supplies, IP: Final Products (Market Group), IP: Consumer Goods, IP: Durable Consumer Goods, IP: Nondurable Consumer Goods, IP: Business Equipment, IP: Materials, IP: Durable Materials, IP: Nondurable Materials, IP: Manufacturing (SIC), IP: Residential Utilities, IP: Fuels, ISM Manufacturing: Production Index, Capacity Utilization: Manufacturing;
- **Labor Market:** Help-Wanted Index for United States, Ratio of Help Wanted/No. Unemployed, Civilian Labor Force, Civilian Employment, Civilian Unemployment Rate, Average Duration of Unemployment (Weeks), Civilians Unemployed - Less Than 5 Weeks, Civilians Unemployed for 5-14 Weeks, Civilians Unemployed - 15 Weeks & Over, Civilians Unemployed for 15-26 Weeks, Civilians Unemployed for 27 Weeks and Over, Initial Claims, All Employees: Total nonfarm, All Employees: Goods-Producing Industries, All Employees: Mining and Logging: Mining, All Employees: Construction, All Employees: Manufacturing, All Employees: Durable goods, All Employees: Nondurable goods, All Employees: Service-Providing Industries, All Employees: Trade, Transportation & Utilities, All Employees: Wholesale Trade, All Employees: Retail Trade, All Employees: Financial Activities, All Employees: Government, Avg Weekly Hours : Goods-Producing, Avg Weekly Overtime Hours : Manufacturing, Avg Weekly Hours : Manufacturing, ISM Manufacturing: Employment Index, Avg Hourly Earnings : Goods-Producing, Avg Hourly Earnings : Construction, Avg Hourly Earnings : Manufacturing;

<sup>10</sup> As variáveis são transformadas de acordo com a sugestão do FRED, para detalhes ver W. McCracken, Michael e Ng, Serena Ng; FRED-MD: A Monthly Database for Macroeconomic Research, working paper 2015. Disponível em <http://research.stlouisfed.org/wp/2015/2015-012.pdf>.

- **Housing:** Housing Starts: Total New Privately Owned; Housing Starts, Northeast; Housing Starts, Midwest; Housing Starts, South; Housing Starts, West; New Private Housing Permits (SAAR); New Private Housing Permits, Northeast (SAAR); New Private Housing Permits, Midwest (SAAR); New Private Housing Permits, South (SAAR); New Private Housing Permits, West (SAAR);
- **Consumption, orders, and inventories:** Real personal consumption expenditures; Real Manu. and Trade Industries Sales; Retail and Food Services Sales; New Orders for Consumer Goods; New Orders for Durable Goods; New Orders for Nondefense Capital Goods; Unlled Orders for Durable Goods; Total Business Inventories; Total Business: Inventories to Sales Ratio; Consumer Sentiment Index.
- **Money and credit:** M1 Money Stock; M2 Money Stock; Real M2 Money Stock; St. Louis Adjusted Monetary Base; Total Reserves of Depository Institutions; Reserves Of Depository Institutions; Commercial and Industrial Loans; Real Estate Loans at All Commercial Banks; Total Nonrevolving Credit; Nonrevolving consumer credit to Personal Income; MZM Money Stock; Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding; Total Consumer Loans and Leases Outstanding; Securities in Bank Credit at All Commercial Banks.
- **Interest and exchange rates:** Efective Federal Funds Rate; 3-Month AA Financial Commercial Paper Rate; 3-Month Treasury Bill; 6-Month Treasury Bill; 1-Year Treasury Rate; 5-Year Treasury Rate; 10-Year Treasury Rate; Moody's Seasoned Aaa Corporate Bond Yield; Moody's Seasoned Baa Corporate Bond Yield; 3-Month Commercial Paper Minus FEDFUNDS; 3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS; 6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS; 1-Year Treasury C Minus FEDFUNDS; 5-Year Treasury C Minus FEDFUNDS; 10-Year Treasury C Minus FEDFUNDS; Moody's Aaa Corporate Bond Minus FEDFUNDS; Moody's Baa Corporate Bond Minus FEDFUNDS; Trade Weighted U.S. Dollar Index: Major Currencies; Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate; Japan / U.S. Foreign Exchange Rate; U.S. / U.K. Foreign Exchange Rate; Canada / U.S. Foreign Exchange Rate

- **Prices:** PPI: Finished Goods; PPI: Finished Consumer Goods; PPI: Intermediate Materials; PPI: Crude Materials; Crude Oil, spliced WTI and Cushing; PPI: Metals and metal products; CPI : All Items; CPI : Apparel; CPI : Transportation; CPI : Medical Care; CPI : Commodities; CPI : Durables; CPI : Services; CPI : All Items Less Food; CPI : All items less shelter; CPI : All items less medical care; Personal Cons. Expend.: Chain Index; Personal Cons. Exp: Durable goods; Personal Cons. Exp: Nondurable goods; Personal Cons. Exp: Services.
- **Stock Market:** S&P' Common Stock Price Index: Composite; S&P Common Stock Price Index: Industrials; S&P's Composite Common Stock: Dividend Yield; S&P's Composite Common Stock: Price-Earnings Ratio; VXO; Risk Premiun.

Os dados estão disponíveis desde fevereiro de 1959 para todas as variáveis, exceto: New Private Housing Permits; New Private Housing Permits, Northeast; New Private Housing Permits, Midwest; New Private Housing Permits, South e New Private Housing Permits, West que estão disponíveis a partir de 01/1960; New Orders for Nondefense Capital Goods que está disponível a partir de 03/1968; Trade Weighted U.S. Dollar Index: Major Currencies que está disponível a partir de 02/1973; e New Orders for Consumer Goods que está disponível a partir de 03/1992. Conforme o primeiro ambiente de dados o sentimento do consumidor só é utilizado quando sua série é mensal a partir de 01/1978, o índice de volatilidade implícita a partir de 07/1962, e o índice de incerteza a partir de 01/1985.

Sigla	Nome	Grupo
DPCERA3M086SBEA	Real personal consumption expenditures	Consumption, orders, and inventories
CMRMTSPLx	Real Manu. and Trade Industries Sales	Consumption, orders, and inventories
RETAILx	Retail and Food Services Sales	Consumption, orders, and inventories
ACOGNO	New Orders for Consumer Goods	Consumption, orders, and inventories
AMDMNOx	New Orders for Durable Goods	Consumption, orders, and inventories
ANDENOx	New Orders for Nondefense Capital Goods	Consumption, orders, and inventories
AMDMUOx	Un...lled Orders for Durable Goods	Consumption, orders, and

		inventories
BUSINVx	Total Business Inventories	Consumption, orders, and inventories
ISRATIOx	Total Business: Inventories to Sales Ratio	Consumption, orders, and inventories
UMCSENTx	Consumer Sentiment Index	Consumption, orders, and inventories
Uncertain	Uncertain Index	Extra
HOUST	Housing Starts: Total New Privately Owned	Housing
HOUSTNE	Housing Starts, Midwest	Housing
HOUSTMW	Housing Starts, Midwest	Housing
HOUSTS	Housing Starts, South	Housing
HOUSTW	Housing Starts, West	Housing
PERMIT	New Private Housing Permits (SAAR)	Housing
PERMITNE	New Private Housing Permits, Northeast (SAAR)	Housing
PERMITMW	New Private Housing Permits, Midwest (SAAR)	Housing
PERMITS	New Private Housing Permits, South (SAAR)	Housing
PERMITW	New Private Housing Permits, West (SAAR)	Housing
FEDFUNDS	Effective Federal Funds Rate	Interest and exchange rates
CP3Mx	3-Month AA Financial Commercial Paper Rate	Interest and exchange rates
TB3MS	3-Month Treasury Bill:	Interest and exchange rates
TB6MS	6-Month Treasury Bill:	Interest and exchange rates
GS1	1-Year Treasury Rate	Interest and exchange rates
GS5	5-Year Treasury Rate	Interest and exchange rates
GS10	10-Year Treasury Rate	Interest and exchange rates
AAA	Moody's Seasoned Aaa Corporate Bond Yield	Interest and exchange rates
BAA	Moody's Seasoned Baa Corporate Bond Yield	Interest and exchange rates
COMPAPFFx	3-Month Commercial Paper Minus FEDFUNDS	Interest and exchange rates
TB3SMFFM	3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	Interest and exchange rates
TB6SMFFM	6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	Interest and exchange rates
T1YFFM	1-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	Interest and exchange rates
T5YFFM	5-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	Interest and exchange rates
T10YFFM	10-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	Interest and exchange rates
AAAFFM	Moody's Aaa Corporate Bond Minus	Interest and exchange rates

	FEDFUNDS	
BAAFFM	Moody's Baa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	Interest and exchange rates
TWEXMMTH	Trade Weighted U.S. Dollar Index: Major Currencies	Interest and exchange rates
EXSZUSx	Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate	Interest and exchange rates
EXJPUSx	Japan / U.S. Foreign Exchange Rate	Interest and exchange rates
EXUSUKx	U.S. / U.K. Foreign Exchange Rate	Interest and exchange rates
EXCAUSx	Canada / U.S. Foreign Exchange Rate	Interest and exchange rates
HWI	Help-Wanted Index for United States	Labor market
HWIURATIO	Ratio of Help Wanted/No. Unemployed	Labor market
CLF16OV	Civilian Labor Force	Labor market
CE16OV	Civilian Employment	Labor market
UNRATE	Civilian Unemployment Rate	Labor market
UEMPMEAN	Average Duration of Unemployment (Weeks)	Labor market
UEMPLT5	Civilians Unemployed - Less Than 5 Weeks	Labor market
UEMP5TO14	Civilians Unemployed for 5-14 Weeks	Labor market
UEMP15OV	Civilians Unemployed - 15 Weeks & Over	Labor market
UEMP15T26	Civilians Unemployed for 15-26 Weeks	Labor market
UEMP27OV	Civilians Unemployed for 27 Weeks and Over	Labor market
CLAIMSx	Initial Claims	Labor market
PAYEMS	All Employees: Total nonfarm	Labor market
USGOOD	All Employees: Goods-Producing Industries	Labor market
CES1021000001	All Employees: Mining and Logging: Mining	Labor market
USCONS	All Employees: Construction	Labor market
MANEMP	All Employees: Manufacturing	Labor market
DMANEMP	All Employees: Durable goods	Labor market
NDMANEMP	All Employees: Nondurable goods	Labor market
SRVPRD	All Employees: Service-Providing Industries	Labor market
USTPU	All Employees: Trade, Transportation & Utilities	Labor market
USWTRADE	All Employees: Wholesale Trade	Labor market
USTRADE	All Employees: Retail Trade	Labor market
USFIRE	All Employees: Financial Activities	Labor market
USGOVT	All Employees: Government	Labor market
CES0600000007	Avg Weekly Hours : Goods- Producing	Labor market

AWOTMAN	Avg Weekly Overtime Hours : Manufacturing	Labor market
AWHMAN	Avg Weekly Hours : Manufacturing	Labor market
CES0600000008	Avg Hourly Earnings : Goods- Producing	Labor market
CES2000000008	Avg Hourly Earnings : Construction	Labor market
CES3000000008	Avg Hourly Earnings : Manufacturing	Labor market
M1SL	M1 Money Stock	Money and credit
M2SL	M2 Money Stock	Money and credit
M2REAL	Real M2 Money Stock	Money and credit
AMBSL	St. Louis Adjusted Monetary Base	Money and credit
TOTRESNS	Total Reserves of Depository Institutions	Money and credit
NONBORRES	Reserves Of Depository Institutions	Money and credit
BUSLOANS	Commercial and Industrial Loans	Money and credit
REALLN	Real Estate Loans at All Commercial Banks	Money and credit
NONREVSL	Total Nonrevolving Credit	Money and credit
CONSPI	Nonrevolving consumer credit to Personal Income	Money and credit
MZMSL	MZM Money Stock	Money and credit
DTCOLNVHFN	Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding	Money and credit
DTCTHFN	Total Consumer Loans and Leases Outstanding	Money and credit
INVEST	Securities in Bank Credit at All Commercial Banks	Money and credit
INDPRO	IP Index	Output and income
RPI	Real Personal Income	Output and income
W875RX1	Real personal income ex transfer receipts	Output and income
IPFPNSS	IP: Final Products and Nonindustrial Supplies	Output and income
IPFINAL	IP: Final Products (Market Group)	Output and income
IPCONGD	IP: Consumer Goods	Output and income
IPDCONGD	IP: Durable Consumer Goods	Output and income
IPNCONGD	IP: Nondurable Consumer Goods	Output and income
IPBUSEQ	IP: Business Equipment	Output and income
IPMAT	IP: Materials	Output and income
IPDMAT	IP: Durable Materials	Output and income
IPNMAT	IP: Nondurable Materials	Output and income
IPMANSICS	IP: Manufacturing (SIC)	Output and income
IPB51222S	IP: Residential Utilities	Output and income
IPFUELS	IP: Fuels	Output and income
CUMFNS	Capacity Utilization: Manufacturing	Output and income
WPSFD49207	PPI: Finished Goods	Prices
WPSFD49502	PPI: Finished Consumer Goods	Prices

WPSID61	PPI: Intermediate Materials	Prices
WPSID62	PPI: Crude Materials	Prices
OILPRICE <sub>x</sub>	Crude Oil, spliced WTI and Cushing	Prices
PPICMM	PPI: Metals and metal products:	Prices
CPIAUCSL	CPI : All Items	Prices
CPIAPPSL	CPI : Apparel	Prices
CPITRNSL	CPI : Transportation	Prices
CPIMEDSL	CPI : Medical Care	Prices
CUSR0000SAC	CPI : Commodities	Prices
CUSR0000SAD	CPI : Durables	Prices
CUSR0000SAS	CPI : Services	Prices
CPIULFSL	CPI : All Items Less Food	Prices
CUSR0000SA0L2	CPI : All items less shelter	Prices
CUSR0000SA0L5	CPI : All items less medical care	Prices
PCEPI	Personal Cons. Expend.: Chain Index	Prices
DDURRG3M086SBEA	Personal Cons. Exp: Durable goods	Prices
DNDGRG3M086SBEA	Personal Cons. Exp: Nondurable goods	Prices
DSERRG3M086SBEA	Personal Cons. Exp: Services	Prices
S&P 500	S&P's Common Stock Price Index: Composite	Stock market
S&P: indust	S&P's Common Stock Price Index: Industrials	Stock market
S&P div yield	S&P's Composite Common Stock: Dividend Yield	Stock market
S&P PE ratio	S&P's Composite Common Stock: Price-Earnings Ratio	Stock market
VXOCLS <sub>x</sub>	VXO	Stock market
Mkt-RF	Risk Premiun	Stock market



### **Anexo 3 – Variáveis 3º Ambiente – metodologia e escolha**

Para este ambiente foram escolhidas variáveis do ambiente 1 e do ambiente 2. A ideia foi utilizar as principais variáveis escolhidas pelos modelos. Foram escolhidas 70 variáveis, 6 variáveis estavam nos 2 ambientes: as próprias defasagens do IP, os indicadores de risco nas taxas de juros (AAAFFM e T10YFFM), a volatilidade implícita (VXOCLSx), o sentimento do consumidor (UMCSENTx), e o índice de incerteza (Uncertain), 29 do ambiente 1 e 35 do ambiente 2.

No 1º ambiente foram escolhidas variáveis que foram “unanimidade” entre as principais variáveis dos 3 modelos principais (Random Forest, Ridge e Bagging), variáveis que não necessariamente eram importantes durante toda a série, mas eram importantes no início ou no final da série, variáveis de interesse econômico como o sentimento do consumidor e o índice de incerteza (estas variáveis não são das mais relevantes do ponto de vista preditivo, mas é interessante analisar em quais períodos elas são selecionadas pelos modelos, quando são selecionadas). Além disto foram analisados os modelos Lasso e Adalasso que possuem um *shrinkage* “maior” (até zerando betas), e só encontramos uma variável em destaque diferente dos demais modelos o segmento de Food, que foi incluído na seleção.

Abaixo uma tabela com as variáveis selecionadas e o racional de escolha:

Tabela 12: Seleção de variáveis ambiente 1

Sem Lag	Ridge, Bagging e RF		Familia Lasso		Motivo da escolha
	TOP 25	Posição	TOP 25	Posição	
AAAFFM	9	1	3	32	Representatividade alta em mais da metade dos modelos
T10YFFM	9	2	3	29	Representatividade alta em mais da metade dos modelos
INDPRO	9	3	6	1	Representatividade alta em mais da metade dos modelos
Oil	9	6	6	2	Representatividade alta em mais da metade dos modelos
Banks	9	8	3	33	Representatividade alta em mais da metade dos modelos
Telcm	9	14	2	26	Representatividade alta em mais da metade dos modelos
Util	8	9	4	17	Representatividade alta em mais da metade dos modelos
Autos	8	11	6	16	Representatividade alta em mais da metade dos modelos
Toys	8	15	6	13	Representatividade alta em mais da metade dos modelos
Aero	8	16	3	27	Representatividade alta em mais da metade dos modelos
Insur	8	18	1	43	Representatividade alta em mais da metade dos modelos
PerSv	7	13	6	14	Representatividade alta em mais da metade dos modelos
Boxes	7	23	6	9	Representatividade alta em mais da metade dos modelos
Gold	6	4	6	3	Representatividade alta em mais da metade dos modelos
Mines	6	5	6	11	Representatividade alta em mais da metade dos modelos
Smoke	6	7	6	6	Representatividade alta em mais da metade dos modelos
VXOCLsx	6	10	0	35	Representatividade alta em mais da metade dos modelos
Ships	6	17	4	15	Representatividade alta em mais da metade dos modelos
Agric	6	19	6	7	Representatividade alta em mais da metade dos modelos
REst	6	21	3	22	Representatividade alta em mais da metade dos modelos
Guns	6	22	1	30	Representatividade alta em mais da metade dos modelos
FabPr	6	25	6	12	Representatividade alta em mais da metade dos modelos
Drugs	5	28	4	20	Representatividade alta em mais da metade dos modelos
UMCENTx	4	34	0	54	Interesse do autor
Coal	3	26	4	23	Mais representativo no inicio RF
Food	3	27	6	4	Importante na Familia Lasso, relativo no RF e no Ridge
LabEq	3	35	0	40	Importante no RF
Txtls	3	41	1	34	Mais representativo no inicio Ridge, relativo no RF
Fin	3	49	0	55	Importante no RF
Beer	1	32	6	8	Mais representativo no inicio RF
Trans	1	43	0	39	Mais representativo no inicio Ridge
Chems	1	47	0	45	Mais representativo no inicio RF
Uncertain	1	55	0	53	Interesse do autor
Softw	0	38	0	42	Mais representativo no final RF
Hshld	0	46	0	36	Mais representativo no final Ridge

Dado que há um número maior de variáveis no ambiente 2, não se observa tão claramente os destaques, as variáveis são mais dispersas em cada modelo. Os modelos da família lasso trouxeram de diferença uma relevância maior em variáveis do mercado de trabalho relacionadas a contagem de semanas em situação de desemprego, entretanto por motivo de espaço (o intuito era reduzir o número de variáveis para este ambiente) não foram incluídas estas variáveis (diversas variáveis do mercado de trabalho foram mantidas de qualquer forma). Em linhas gerais a escolha das variáveis neste ambiente, foi mais simples, as variáveis que estavam no topo do ranking de seleção dos modelos principais. Abaixo a tabela com as variáveis escolhidas (as variáveis do sentimento do consumidor, o índice de volatilidade e o índice de incerteza não constam no topo do ranking para escolha e não estão nesta lista, somente na lista acima, já as variáveis de prêmio de risco em taxas de juros aparecem na tabela abaixo).

Tabela 13: Seleção de variáveis ambiente 2

Variável	Setor	Nome	TOP 25	Posição	Motivo da Escolha
AAAFFM	Interest and exchange rates	Moody's Aaa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	6	6	Ridge/RF
BAAFFM	Interest and exchange rates	Moody's Baa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	6	9	Ridge/RF
M2REAL	Money and credit	Real M2 Money Stock	5	7	RF
W875RX1	Output and income	Real personal income ex transfer receipts	5	14	Elevada escolha nos modelos
T10YFFM	Interest and exchange rates	10-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	5	19	Ridge/RF
M2SL	Money and credit	M2 Money Stock	5	22	RF
HOUSTS	Housing	Housing Starts, South	5	36	Ridge
HWI	Labor market	Help-Wanted Index for United States	4	1	Ridge/RF
TB3SMFFM	Interest and exchange rates	3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	4	2	RF
CES1021000001	Labor market	All Employees: Mining and Logging: Mining	4	3	Ridge
WPSID62	Prices	PPI: Crude Materials	4	10	Ridge
IPFUELS	Output and income	IP: Fuels	4	13	Ridge
HOUST	Housing	Housing Starts: Total New Privately Owned	4	18	Ridge
CMRMTSPLx	Consumption, orders, and inventories	Real Manu. and Trade Industries Sales	4	20	RF
AWHMAN	Labor market	Avg Weekly Hours : Manufacturing	4	34	Ridge
USGOVT	Labor market	All Employees: Government	4	61	Elevada escolha nos modelos
T1YFFM	Interest and exchange rates	1-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	3	4	RF
TB6SMFFM	Interest and exchange rates	6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	3	5	RF
COMPAPFFx	Interest and exchange rates	3-Month Commercial Paper Minus FEDFUNDS	3	8	RF
CONSPI	Money and credit	Nonrevolving consumer credit to Personal Income	3	11	Elevada escolha nos modelos
CLAIMSx	Labor market	Initial Claims	3	15	Ridge
USTRADEx	Labor market	All Employees: Retail Trade	3	15	Elevada escolha nos modelos
CPIMEDSL	Prices	CPI : Medical Care	3	17	RF
USWTRADEx	Labor market	All Employees: Wholesale Trade	3	23	Elevada escolha nos modelos
BUSINVx	Consumption, orders, and inventories	Total Business Inventories	3	25	RF
TSYFFM	Interest and exchange rates	5-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	3	27	Elevada escolha nos modelos
HOUSTW	Housing	Housing Starts, West	3	30	Ridge
FEDFUNDS	Interest and exchange rates	Effective Federal Funds Rate	3	33	RF
PERMITS	Housing	New Private Housing Permits, South (SAAR)	3	38	Ridge
PERMITW	Housing	New Private Housing Permits, West (SAAR)	3	40	Ridge
<b>DTCOLNVHFNM</b>	<b>Money and credit</b>	<b>Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding</b>	<b>3</b>	<b>42</b>	<b>Interesse do Autor / Ridge</b>
PERMIT	Housing	New Private Housing Permits (SAAR)	3	55	Ridge
RPI	Output and income	Real Personal Income	2	12	Ridge
PERMITNE	Housing	New Private Housing Permits, Northeast (SAAR)	2	28	Ridge
HOUSTMW	Housing	Housing Starts, Midwest	2	31	Ridge
PERMITMW	Housing	New Private Housing Permits, Midwest (SAAR)	1	25	Ridge
EXSZUSx	Interest and exchange rates	Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate	0	53	Interesse do Autor / Ridge

## Anexo 4 – Resultados individualizados por ambiente

### A4.1 Primeiro Ambiente (Expectativas refletidas em variáveis de mercado)

Neste ambiente as melhores previsões out-of-sample são do modelo Ridge e Random Forest, abaixo seguem o RMSE, MAE e MAD para janelas de 5 anos de previsão. Em todas estas 3 métricas estes modelos performam melhor que o AR. Para 1 mês à frente uma melhora de cerca de 6% em média no RMSE e MAE, e 12.4% no MAD para o RIDGE e 4% no MAD para o Random Forest. Já para o trimestre à frente, no RMSE tem-se 20% de melhora do RIDGE em relação ao AR, e 15% no Random Forest em relação ao AR, no MAE tem-se 16.6% de melhora do RIDGE em relação ao AR, e 13,5% no Random Forest em relação ao AR, e por último no MAD tem-se 16.6% de melhora do RIDGE em relação ao AR, e 14% no Random Forest em relação ao AR.

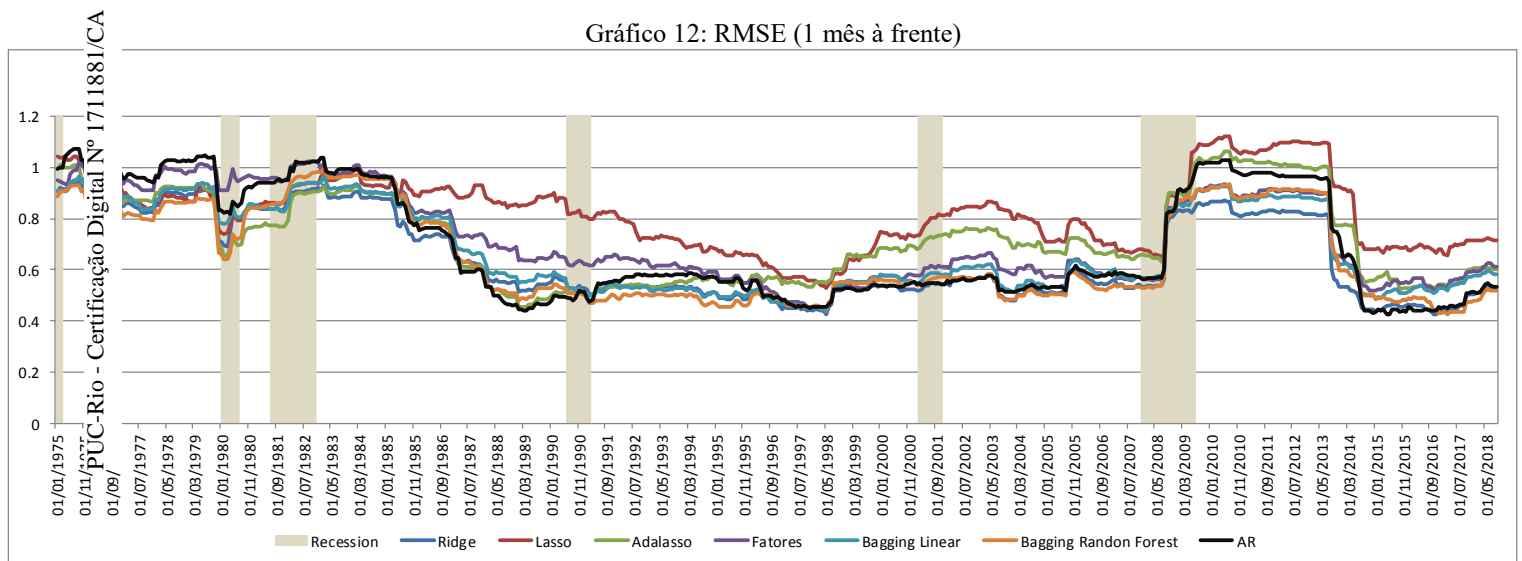


Gráfico 13: MAE (1 mês à frente)

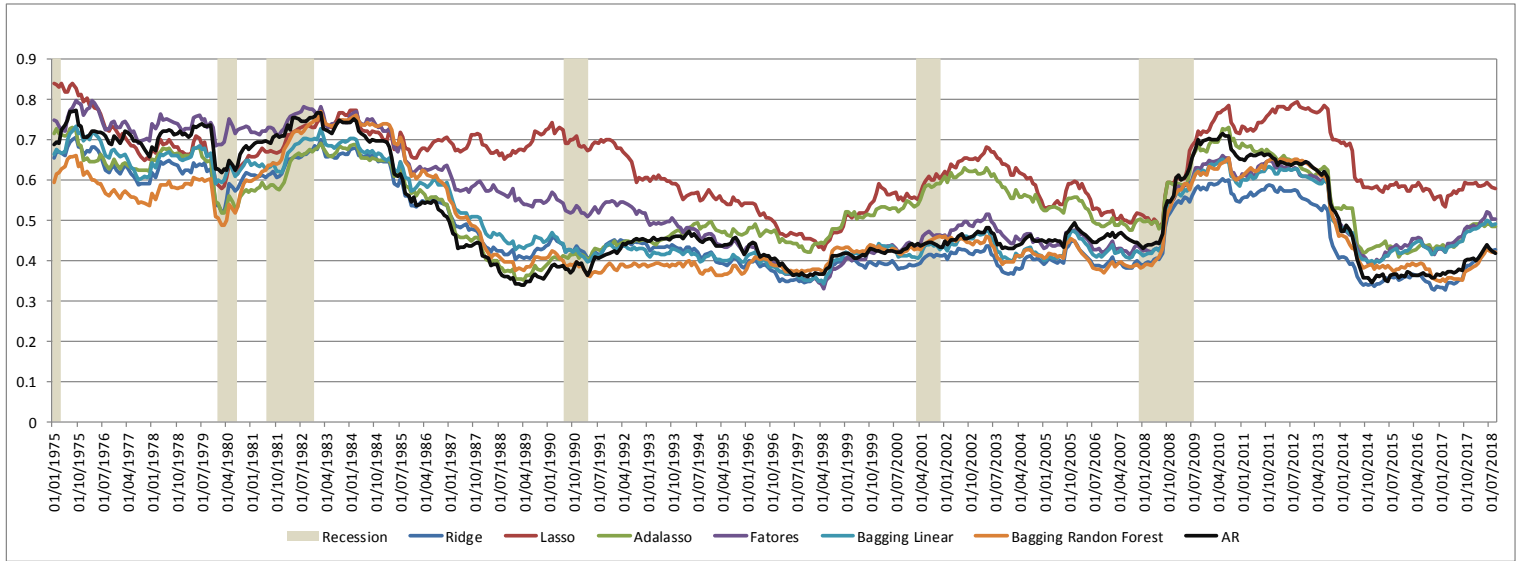


Gráfico 14: MAD (1 mês à frente)

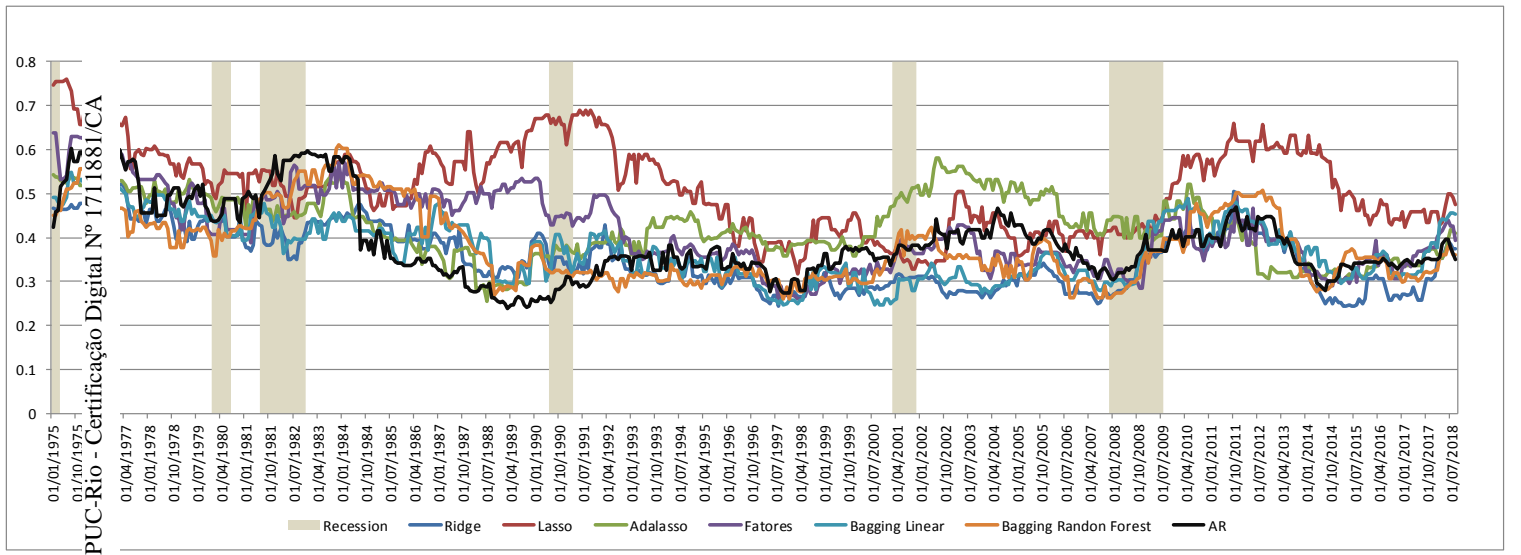


Gráfico 15: RMSE (Trimestre à frente)

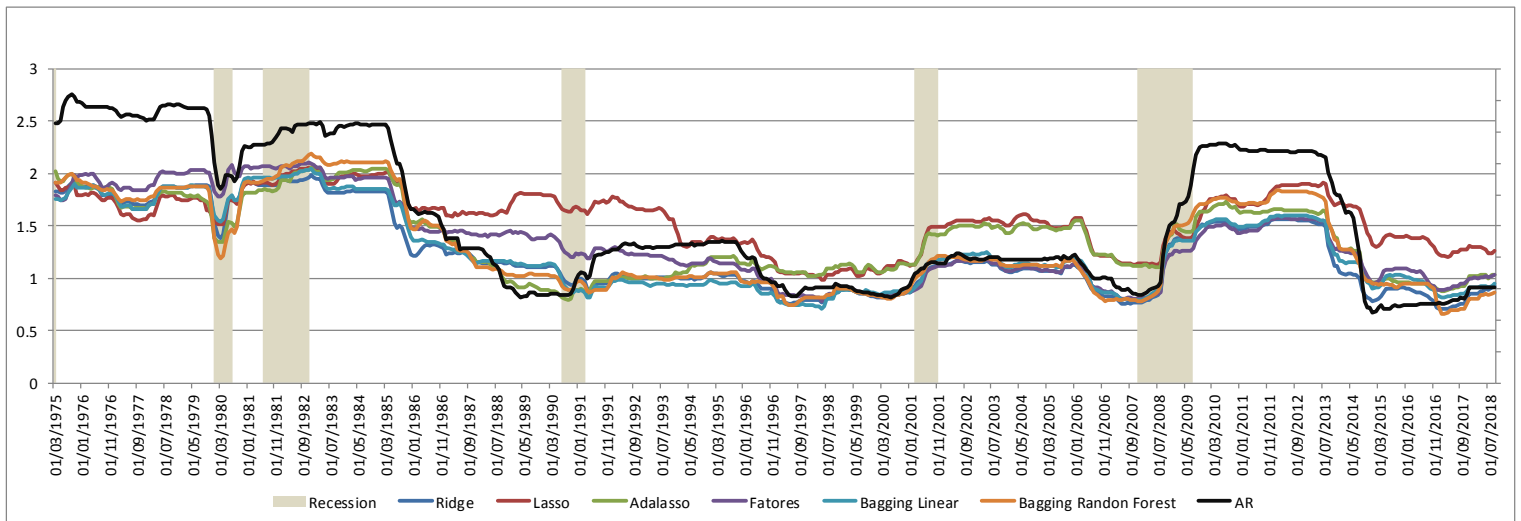


Gráfico 16: MAE (Trimestre à frente)

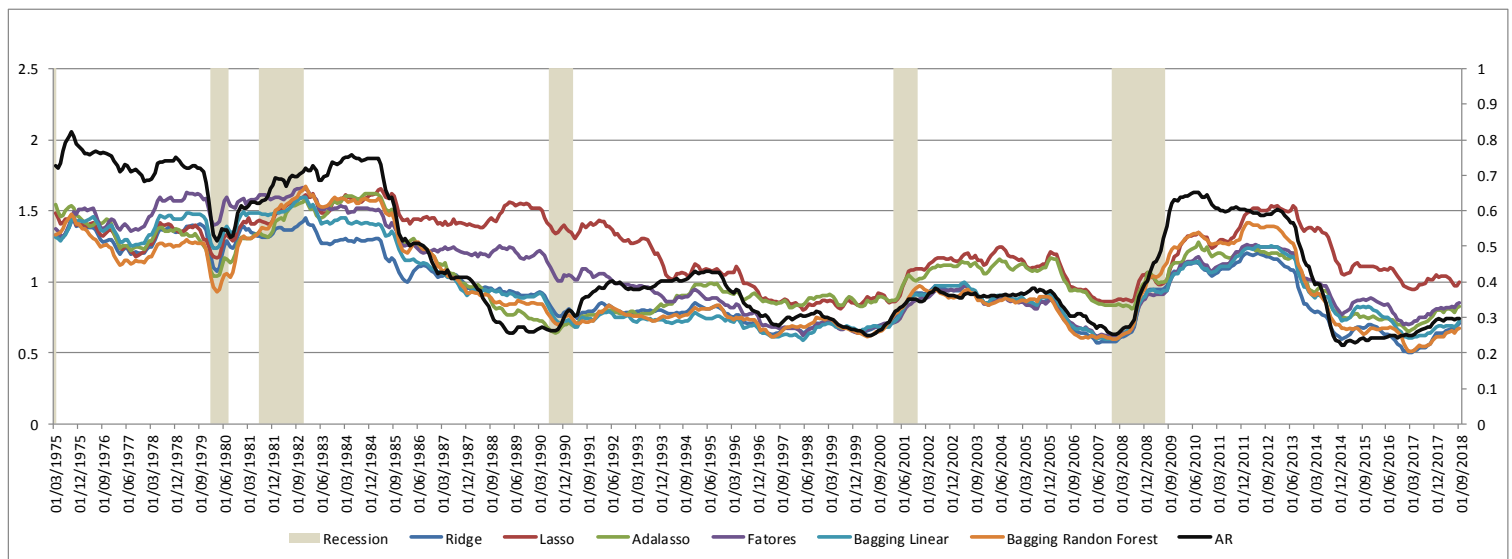
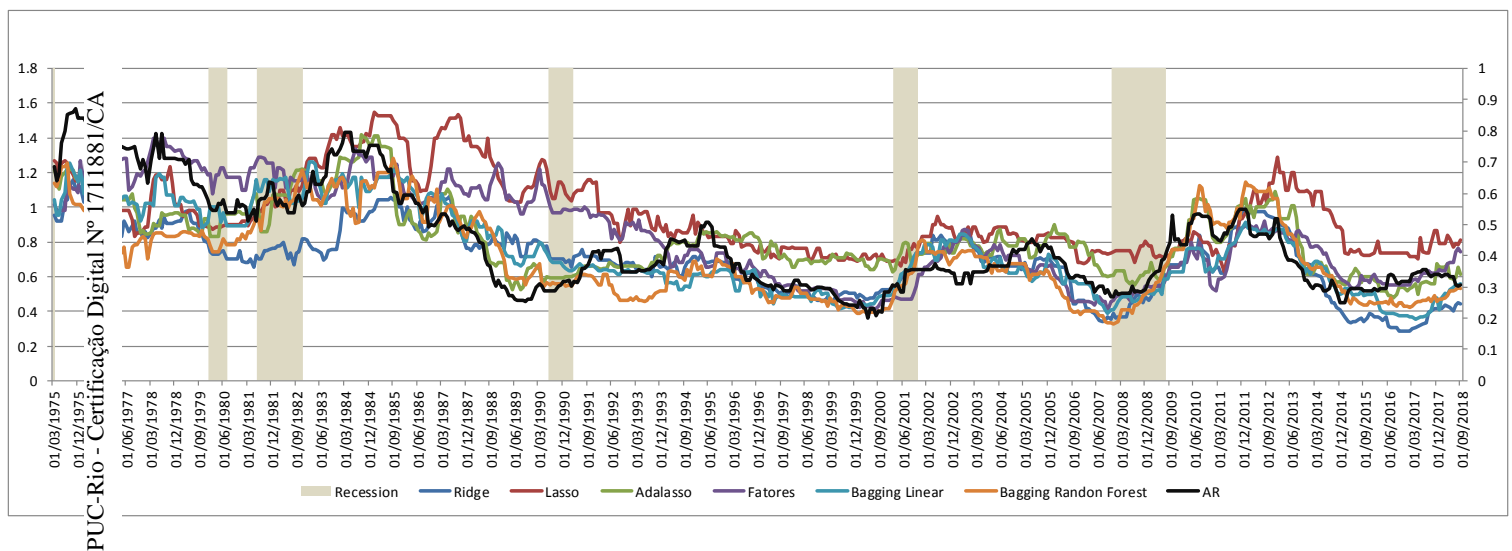


Gráfico 17: MAD (Trimestre à frente)



É interessante observar o comportamento destes indicadores nos momentos de recessão. Há informação relevante no conjunto de variáveis, pois as previsões têm uma qualidade melhor que um simples modelo autoregressivo, entretanto os saltos das crises, principalmente da crise de 2008, o erro aumenta de forma expressiva. Ou seja, a informação de uma crise por vir com posterior salto negativo no IP é uma informação que não consta nas covariáveis.

Outro ponto interessante observar é que o erro das previsões ao longo das décadas decresce (mesmo com o salto da crise de 2008). Este pode ser um indicativo de maior eficiência dos mercados em refletir o conteúdo informacional

no preço dos ativos de forma antecipada que será refletida no resultado do produto nos meses porvir.

O crescimento do IP é um indicador relativamente volátil, com inversões de sinal, e comportamento aparentemente diferenciado em recessões e expansões. Abaixo é apresentado a performance dos modelos no ponto de vista da direção da previsão, se a previsão acerta o sinal esperado para o IP no período.

Tabela 14: Análise sinal 1 (1 mês à frente)

Total	% de Acertos em:	Ridge	Lasso	Adalasso	Fatores	Bagging Linear	Bagging Randon Forest	AR
208	Queda	33.7%	39.4%	37.5%	42.3%	37.0%	29.3%	32.7%
375	Alta	86.7%	71.7%	80.0%	77.1%	81.1%	88.0%	86.7%
583	Todos	67.8%	60.2%	64.8%	64.7%	65.4%	67.1%	67.4%

Tabela 15: Análise sinal 1 (trimestre à frente)

Total	% de Acertos em:	Ridge	Lasso	Adalasso	Fatores	Bagging Linear	Bagging Randon Forest	AR
150	Queda	46.0%	52.7%	47.3%	56.0%	52.0%	42.0%	32.0%
431	Alta	89.6%	79.6%	83.1%	83.5%	87.7%	90.5%	88.4%
581	Todos	78.3%	72.6%	73.8%	76.4%	78.5%	78.0%	73.8%

Como era de se esperar os modelos em geral acertam o sinal quando o indicador sobe e em momentos de expansão. A tarefa de prever o indicador em momentos de recessão e em inversões de sinal é extremamente difícil para previsões mensais, como podemos observar nas tabelas abaixo:

Tabela 16: Análise sinal 2 (1 mês à frente)

Total	% de Acertos em:	Ridge	Lasso	Adalasso	Fatores	Bagging Linear	Bagging Randon Forest	AR
81	Recessão	59.3%	64.2%	61.7%	67.9%	55.6%	59.3%	60.5%
488	Expansão	70.3%	60.0%	66.0%	64.8%	67.6%	68.9%	69.5%
7	Saída de recessão	14.3%	28.6%	28.6%	28.6%	28.6%	42.9%	14.3%
7	Entrada em recessão	42.9%	57.1%	57.1%	57.1%	57.1%	57.1%	57.1%

Tabela 17: Análise sinal 2 (trimestre à frente)

Total	% de Acertos em:	Ridge	Lasso	Adalasso	Fatores	Bagging Linear	Bagging Randon Forest	AR
79	Recessão	70.9%	64.6%	59.5%	69.6%	65.8%	62.0%	44.3%
488	Expansão	79.5%	73.6%	76.4%	77.0%	79.9%	81.1%	78.7%
7	Saída de recessão	71.4%	100.0%	57.1%	85.7%	100.0%	57.1%	71.4%
7	Entrada em recessão	85.7%	71.4%	71.4%	100.0%	100.0%	57.1%	71.4%

De certa forma em ambos os quadros podemos observar que os modelos, Ridge e Random Forest confirmam sua melhor performance também neste tipo de análise, e que a tarefa de previsão trimestral é menos árdua.

Foram analisadas as diferentes previsões através do teste de Diebold-Mariano, conforme as tabelas abaixo. Para os pares indicados em azul não foi possível rejeitar a hipótese nula de não diferença entre os modelos.

Tabela 18: Diebold Mariano (1 mês à frente)

Diebold Mariano - P Value	Ridge	Lasso	Adalasso	Fatores	Bagging Linear	Bagging Randon Forest	AR
Ridge	NA	0.000	0.000	0.000	0.001	0.368	0.003
Lasso	0.000	NA	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
Adalasso	0.000	0.000	NA	0.763	0.025	0.001	0.457
Fatores	0.000	0.001	0.763	NA	0.000	0.000	0.364
Bagging Linear	0.001	0.000	0.025	0.000	NA	0.134	0.231
Bagging Randon Forest	0.368	0.000	0.001	0.000	0.134	NA	0.010
AR	0.003	0.000	0.457	0.364	0.231	0.010	NA

Diebold Mariano - Statistic	Ridge	Lasso	Adalasso	Fatores	Bagging Linear	Bagging Randon Forest	AR
Ridge	NA	-6.212	-3.876	-6.018	-3.313	-0.901	-3.004
Lasso	6.212	NA	3.741	3.464	5.847	5.304	3.602
Adalasso	3.876	-3.741	NA	-0.301	2.250	3.242	0.744
Fatores	6.018	-3.464	0.301	NA	4.511	3.733	0.908
Bagging Linear	3.313	-5.847	-2.250	-4.511	NA	1.500	-1.199
Bagging Randon Forest	0.901	-5.304	-3.242	-3.733	-1.500	NA	-2.576
AR	3.004	-3.602	-0.744	-0.908	1.199	2.576	NA

Tabela 19: Diebold Mariano (trimestre à frente)

Diebold Mariano - P Value	Ridge	Lasso	Adalasso	Fatores	Bagging Linear	Bagging Randon Forest	AR
Ridge	NA	0.000	0.000	0.000	0.283	0.031	0.000
Lasso	0.000	NA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.393
Adalasso	0.000	0.000	NA	0.515	0.001	0.064	0.001
Fatores	0.000	0.000	0.515	NA	0.000	0.283	0.001
Bagging Linear	0.283	0.000	0.001	0.000	NA	0.237	0.000
Bagging Randon Forest	0.031	0.000	0.064	0.283	0.237	NA	0.000
AR	0.000	0.393	0.001	0.001	0.000	0.000	NA

Diebold Mariano - Statistic	Ridge	Lasso	Adalasso	Fatores	Bagging Linear	Bagging Randon Forest	AR
Ridge	NA	-6.543	-3.572	-4.144	-1.074	-2.162	-5.917
Lasso	6.543	NA	3.802	4.918	7.207	4.227	-0.855
Adalasso	3.572	-3.802	NA	0.652	3.431	1.856	-3.274
Fatores	4.144	-4.918	-0.652	NA	4.232	1.074	-3.474
Bagging Linear	1.074	-7.207	-3.431	-4.232	NA	-1.185	-4.910
Bagging Randon Forest	2.162	-4.227	-1.856	-1.074	1.185	NA	-5.357
AR	5.917	0.855	3.274	3.474	4.910	5.357	NA

A ligeira superioridade do modelo Ridge em relação ao Random Forest não traz uma diferença significativa captado pelo teste acima nas previsões de 1 mês a frente. E a ligeira superioridade do Randon Forrest em relação ao modelo Bagging Linear também não “passa” no teste. Já para 1 trimestre a frente o modelo Ridge também se diferencia dos demais, entretanto a estatística do teste em comparação com o Bagging Linear não trouxe uma diferença significativa entre ambos. O modelo Bagging Linear na análise rolante das 3 métricas acima também é melhor que os modelos auto-regressivos e ligeiramente pior que o Ridge e o Random Forest, o que é captado pelo teste Diebold Mariano.



## A4.2. Segundo Ambiente (Segmentos econômicos)

Neste ambiente as melhores previsões out-of-sample são do modelo Ridge, Random Forest, e Bagging Linear também. Sendo que o modelo Ridge e Bagging Linear apresentam ligeira melhora que o AR, e o Random Forest é superior a todos os modelos ao longo do tempo. Abaixo seguem o RMSE, MAE e MAD para janelas de 5 anos de previsão. Para o RMSE o Random Forest é superior em média 9% ao modelo AR, o Ridge 3% e o Bagging Linear equivalente. No MAE o Random Forest é superior em média 10.7%, o Ridge 1.3% e o Bagging Linear 3.1%. No MAD o Random Forest é superior em média 13.9%, o modelo Ridge empata com o AR, e o Bagging Linear é superior em 5.8%.

Gráfico 18: RMSE (1 mês à frente – 2º Ambiente)

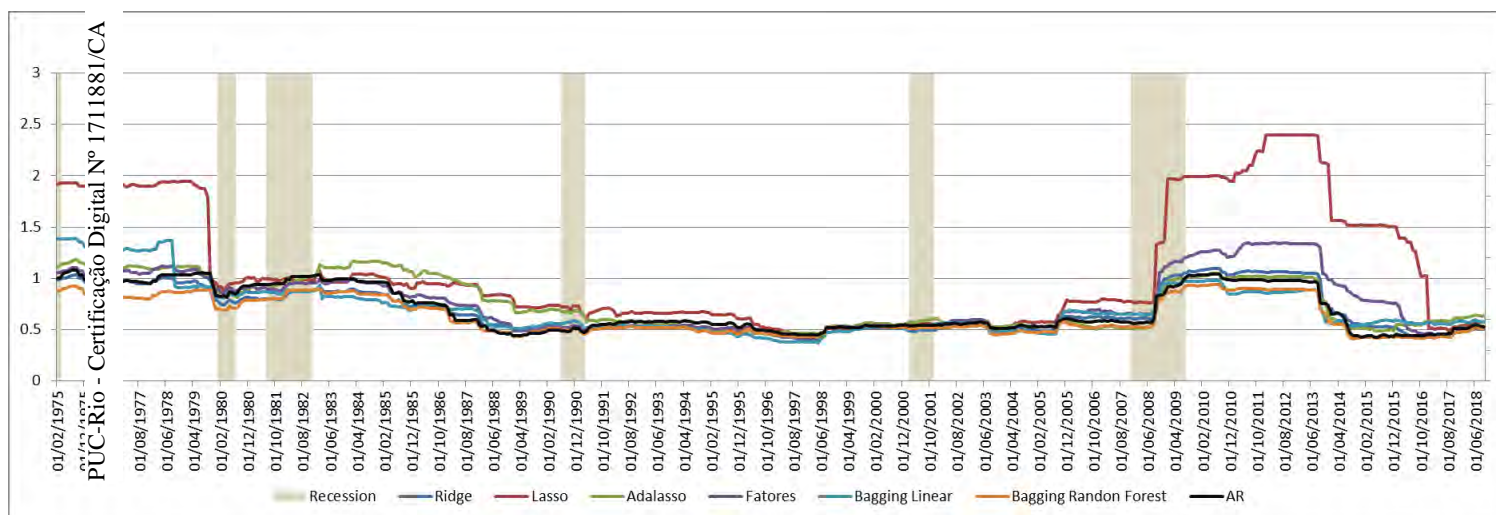


Gráfico 19: MAE (1 mês à frente – 2º Ambiente)

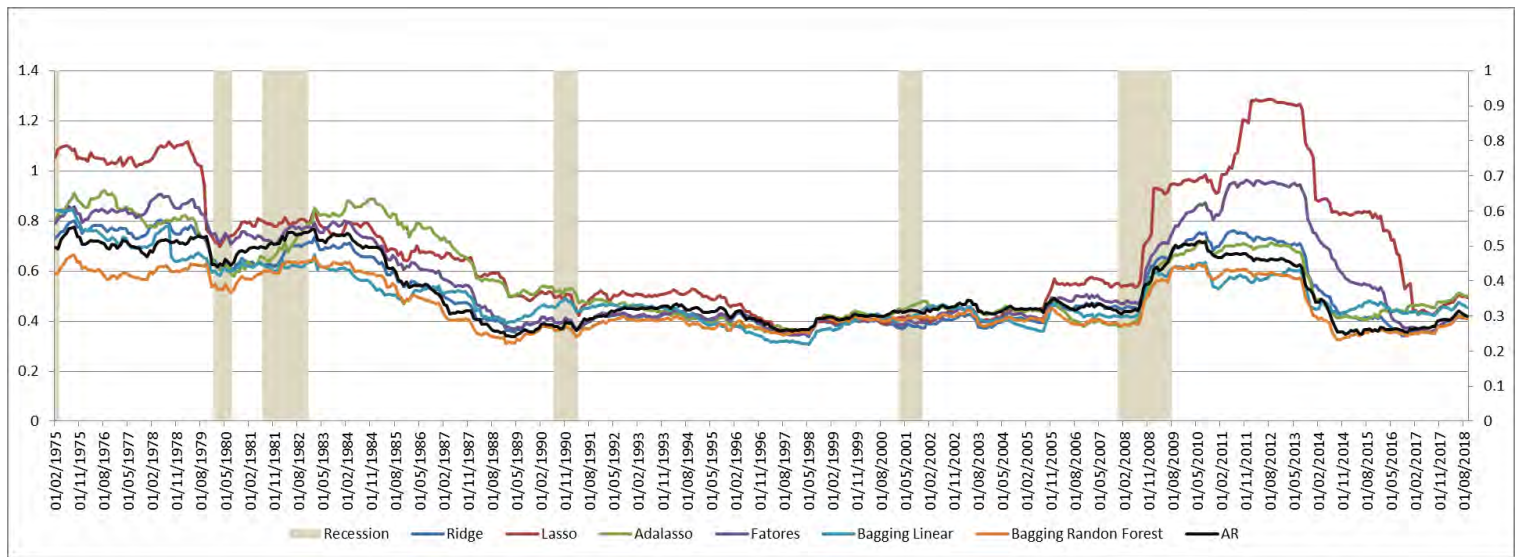


Gráfico 20: MAD (1 mês à frente – 2º Ambiente)

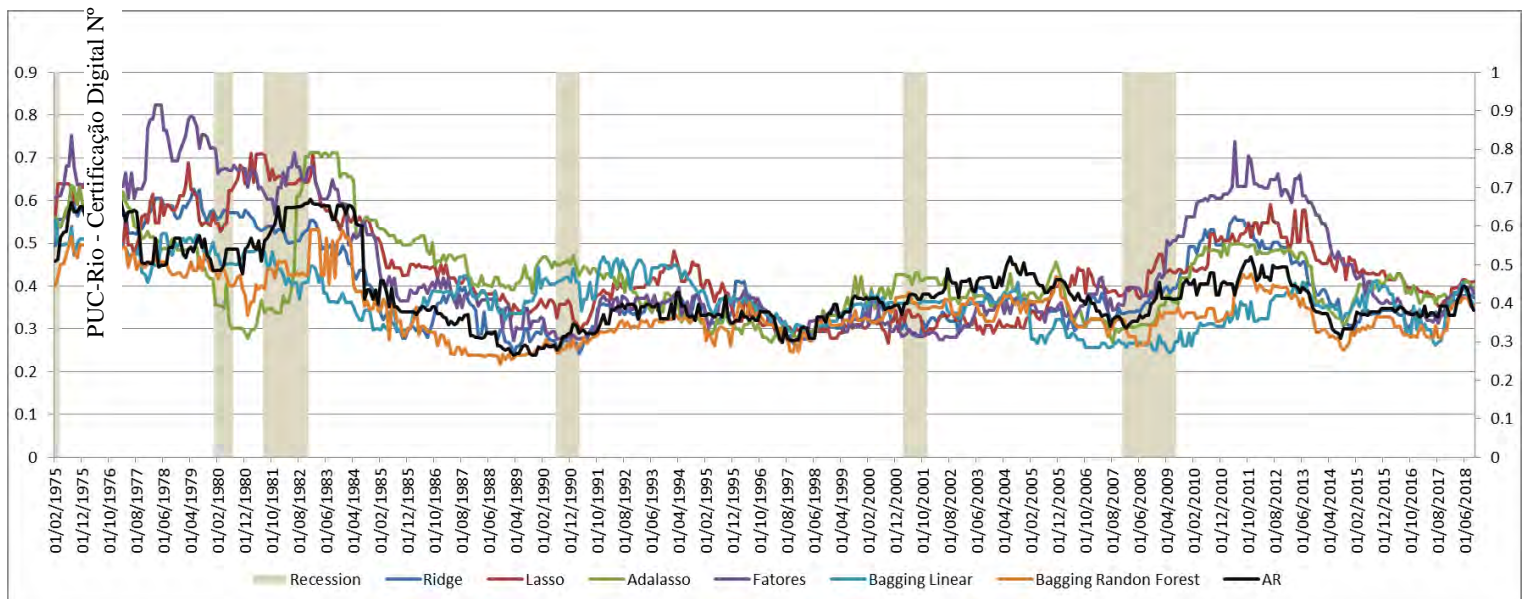


Gráfico 21: RMSE (Trimestre à frente – 2º Ambiente)

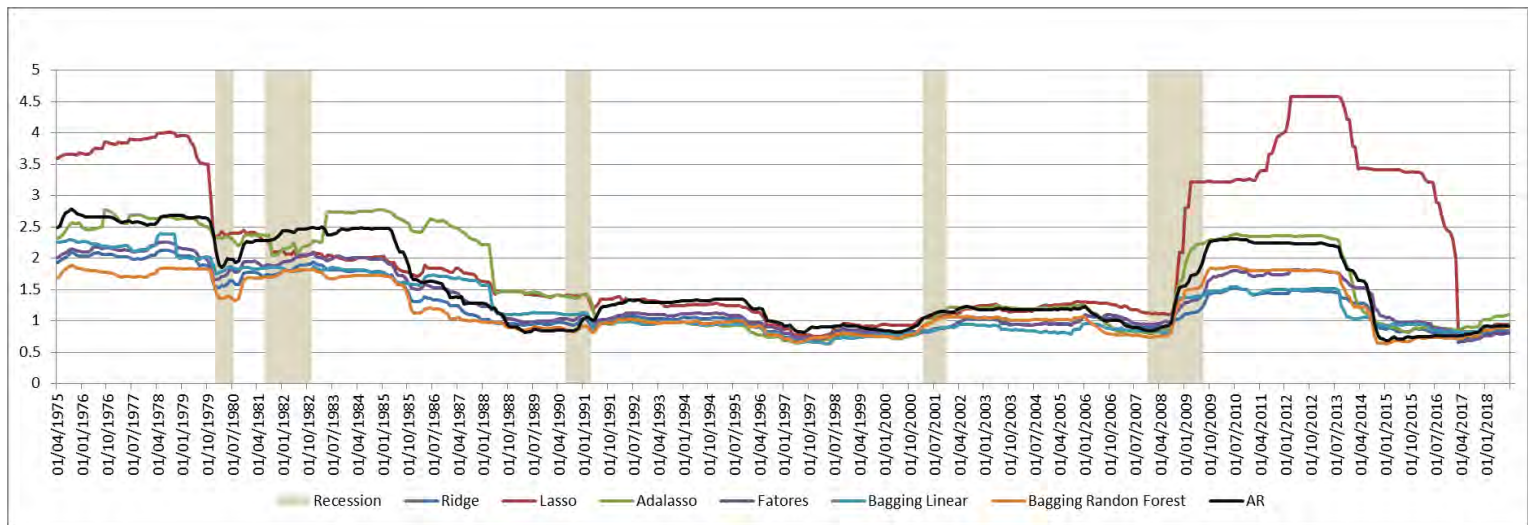


Gráfico 22: MAE (Trimestre à frente – 2º Ambiente)

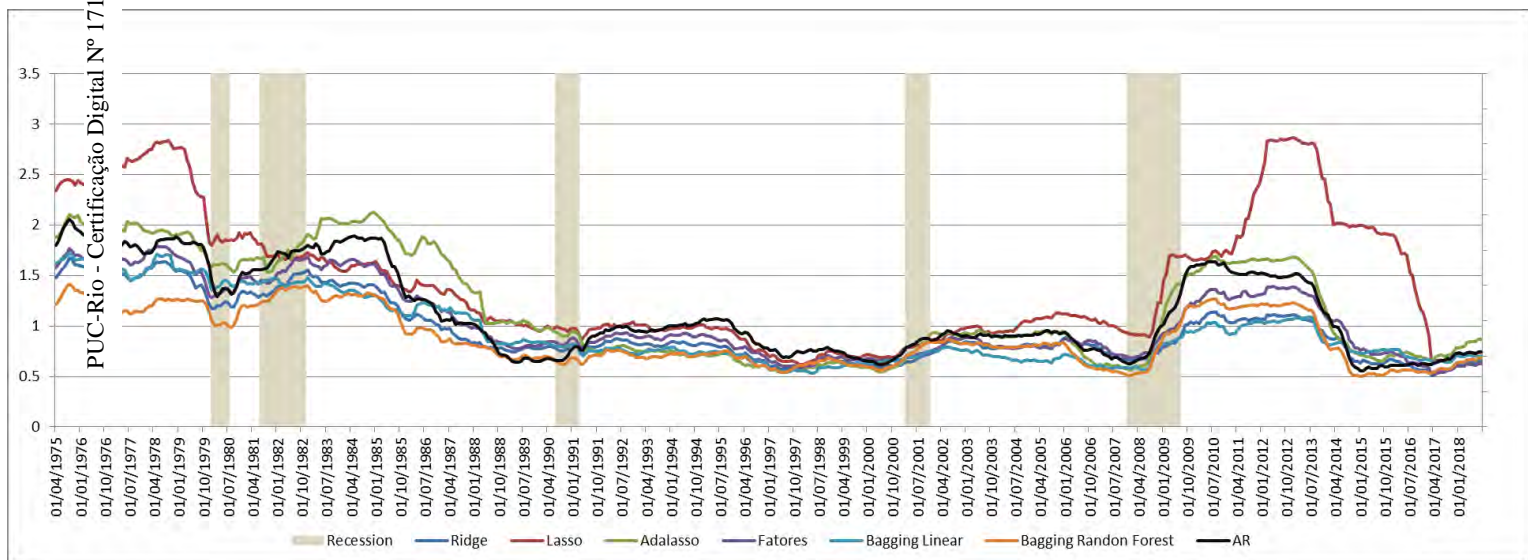
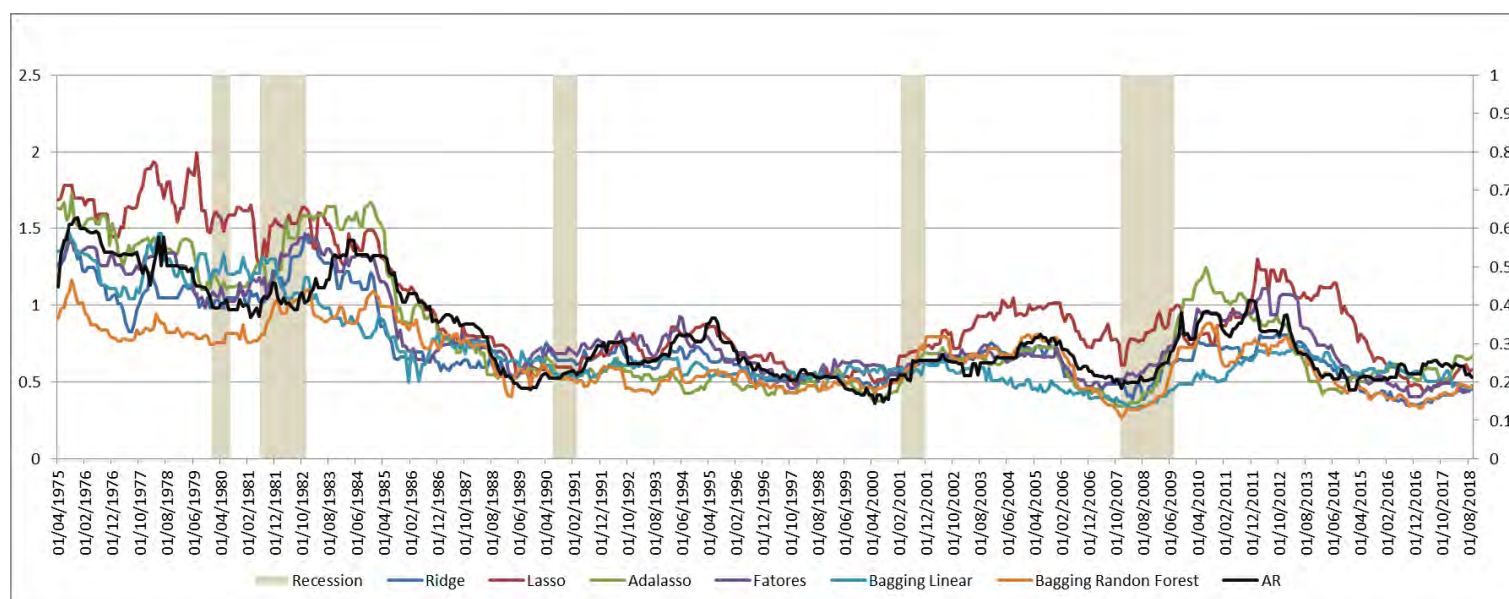


Gráfico 23: MAD (Trimestre à frente – 2º Ambiente)



Neste ambiente os modelos RIDGE, LASSO, ADALASSO e Fatores performaram pior que no 1º ambiente, já os modelos Bagging e Random Forest performaram melhor. Os menores erros de todos os modelos foram no Random Forest do 2º Ambiente. A característica dos erros ao longo do tempo tem um padrão semelhante ao primeiro ambiente, os mesmos reduzem e há saltos em crises (ou próximo delas), uma demonstração de não linearidade nas relações entre as variáveis econômicas e dificuldade em se prever indicadores em crises.

Abaixo a análise da capacidade dos modelos neste ambiente em prever a direção da variação do IP e o comportamento do mesmo em recessões, expansões e *turning points*:

Tabela 20: Análise sinal 1 (1 mês à frente)

Total	% de Acertos em:	Ridge	Lasso	Adalasso	Fatores	Bagging Linear	Bagging Randon Forest	AR
208	Queda	44.7%	51.0%	26.9%	44.7%	47.1%	34.1%	32.7%
375	Alta	81.6%	78.9%	81.9%	77.6%	77.6%	89.9%	86.9%
583	Todos	68.4%	69.0%	62.3%	65.9%	66.7%	70.0%	67.6%

Tabela 21: Análise sinal 1 (trimestre à frente – 2º Ambiente)

Total	% de Acertos em:	Ridge	Lasso	Adalasso	Fatores	Bagging Linear	Bagging Randon Forest	AR
150	Queda	55.3%	55.3%	33.3%	57.3%	59.3%	49.3%	32.0%
431	Alta	86.1%	81.0%	85.2%	84.2%	87.9%	93.0%	88.4%
581	Todos	78.1%	74.4%	71.8%	77.3%	80.6%	81.8%	73.8%

Em todos os modelos (excluindo o Adalasso) há um acerto maior na direção do indicador em relação ao primeiro ambiente, apesar de um maior erro médio nos modelos Ridge, Lasso, Adalasso e Fatores dito acima. O mesmo ocorre quando analisamos a performance dos modelos nos cenários de recessão e expansão abaixo.

Tabela22: Análise sinal 2 (1 mês à frente - 2º Ambiente)

Total	% de Acertos em:	Ridge	Lasso	Adalasso	Fatores	Bagging Linear	Bagging Randon Forest	AR
82	Recessão	72.0%	65.9%	42.7%	67.1%	65.9%	74.4%	59.8%
488	Expansão	68.6%	69.3%	66.0%	66.2%	66.8%	70.7%	69.7%
7	Saída de recessão	28.6%	71.4%	42.9%	42.9%	57.1%	0.0%	14.3%
6	Entrada em recessão	50.0%	83.3%	50.0%	50.0%	83.3%	33.3%	66.7%

Tabela 23: Análise sinal 2 (trimestre a frente – 2º Ambiente)

Total	% de Acertos em:	Ridge	Lasso	Adalasso	Fatores	Bagging Linear	Bagging Randon Forest	AR
80	Recessão	77.5%	71.3%	45.0%	76.3%	76.3%	73.8%	43.8%
488	Expansão	79.1%	75.4%	77.3%	78.3%	81.6%	83.2%	78.7%
7	Saída de recessão	57.1%	57.1%	28.6%	57.1%	71.4%	85.7%	71.4%
6	Entrada em recessão	33.3%	50.0%	33.3%	33.3%	66.7%	66.7%	83.3%

Da mesma forma que no 1º ambiente, foram analisadas as diferentes previsões através do teste de Diebold-Mariano, conforme as tabelas abaixo. Para os pares indicados em azul não foi possível rejeitar a hipótese nula de não diferença entre os modelos.

Tabela 24: Diebold Mariano (1 mês à frente – 2º Ambiente)

Diebold Mariano - P Value	Ridge	Lasso	Adalasso	Fatores	Bagging Linear	Bagging Randon Forest	AR
Ridge	NA	0.024	0.001	0.000	0.436	0.034	0.318
Lasso	0.024	NA	0.047	0.038	0.039	0.021	0.029
Adalasso	0.001	0.047	NA	0.447	0.427	0.000	0.021
Fatores	0.000	0.038	0.447	NA	0.677	0.000	0.110
Bagging Linear	0.436	0.039	0.427	0.677	NA	0.147	0.719
Bagging Randon Forest	0.034	0.021	0.000	0.000	0.147	NA	0.000
AR	0.318	0.029	0.021	0.110	0.719	0.000	NA
Diebold Mariano - Statistic	Ridge	Lasso	Adalasso	Fatores	Bagging Linear	Bagging Randon Forest	AR
Ridge	NA	-2.263	-3.217	-5.407	-0.780	2.124	-1.000
Lasso	2.263	NA	1.994	2.085	2.068	2.313	2.185
Adalasso	3.217	-1.994	NA	0.762	0.795	4.679	2.307
Fatores	5.407	-2.085	-0.762	NA	0.417	4.189	1.599
Bagging Linear	0.780	-2.068	-0.795	-0.417	NA	1.452	0.360
Bagging Randon Forest	-2.124	-2.313	-4.679	-4.189	-1.452	NA	-4.040
AR	1.000	-2.185	-2.307	-1.599	-0.360	4.040	NA

Tabela 25: Diebold Mariano (trimestre à frente – 2º Ambiente)

Diebold Mariano - P Value	Ridge	Lasso	Adalasso	Fatores	Bagging Linear	Bagging Randon Forest	AR
Ridge	NA	0.000	0.000	0.000	0.285	0.485	0.000
Lasso	0.000	NA	0.007	0.000	0.000	0.000	0.002
Adalasso	0.000	0.007	NA	0.000	0.000	0.000	0.333
Fatores	0.000	0.000	0.000	NA	0.733	0.005	0.000
Bagging Linear	0.285	0.000	0.000	0.733	NA	0.190	0.004
Bagging Randon Forest	0.485	0.000	0.000	0.005	0.190	NA	0.000
AR	0.000	0.002	0.333	0.000	0.004	0.000	NA
Diebold Mariano - Statistic	Ridge	Lasso	Adalasso	Fatores	Bagging Linear	Bagging Randon Forest	AR
Ridge	NA	-4.540	-4.587	-5.738	-1.071	0.698	-5.005
Lasso	4.540	NA	2.723	4.215	4.045	4.561	3.067
Adalasso	4.587	-2.723	NA	3.622	3.720	4.908	0.969
Fatores	5.738	-4.215	-3.622	NA	0.341	2.824	-3.509
Bagging Linear	1.071	-4.045	-3.720	-0.341	NA	1.311	-2.876
Bagging Randon Forest	-0.698	-4.561	-4.908	-2.824	-1.311	NA	-7.023
AR	5.005	-3.067	-0.969	3.509	2.876	7.023	NA

O modelo Random Forest se diferencia dos demais, e apesar de um menor erro médio ao longo do tempo em relação ao Bagging Linear não é possível diferenciá-lo deste modelo pelo teste acima.

#### A4.3. Resultados das previsões

Gráfico 24: RMSE (1 mês à frente – 3º Ambiente)

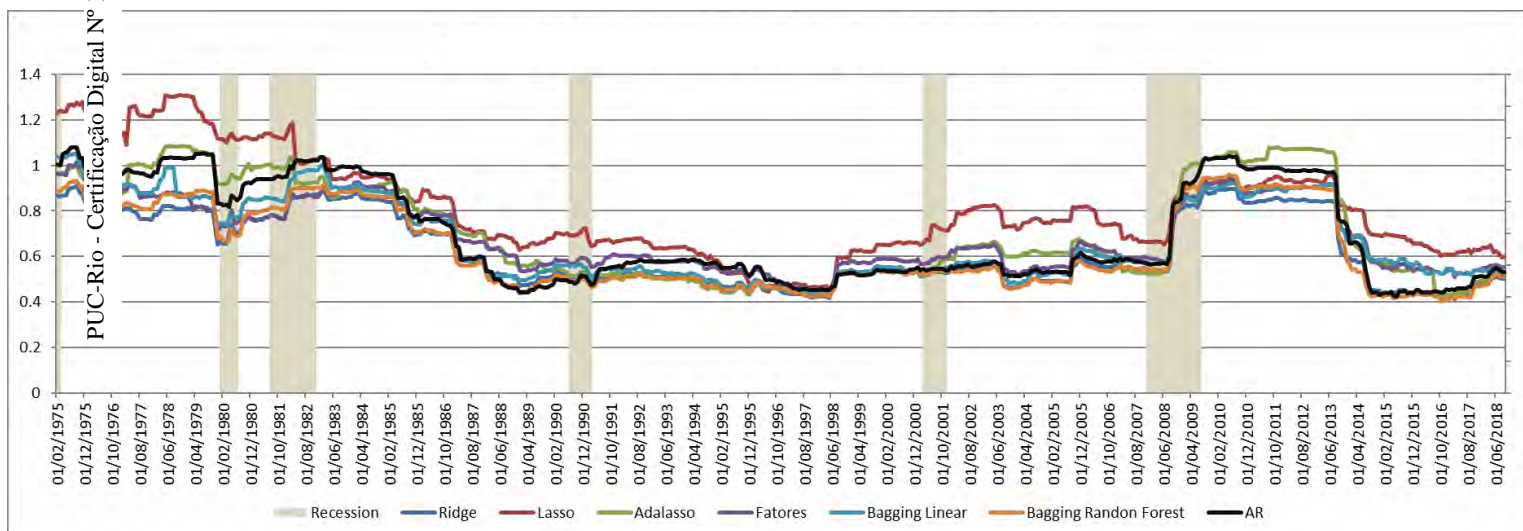


Gráfico 25: MAE (1 mês à frente – 3º Ambiente)

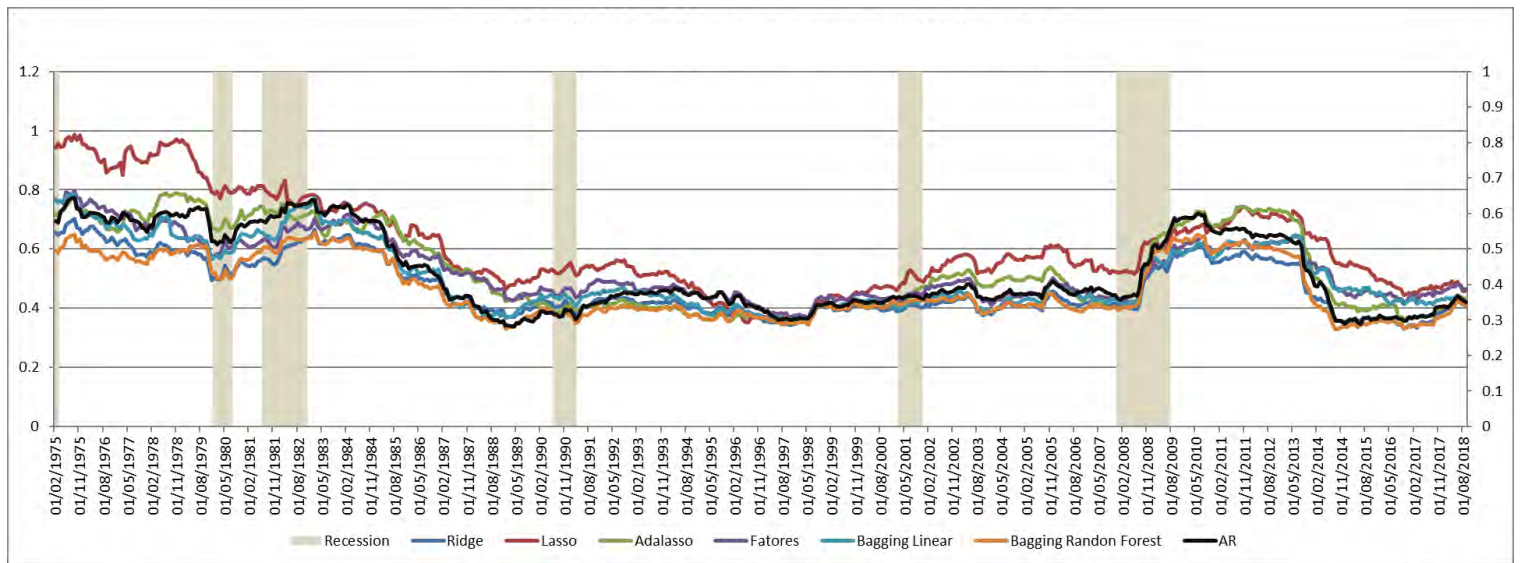


Gráfico 26: MAD (1 mês à frente – 3º Ambiente)

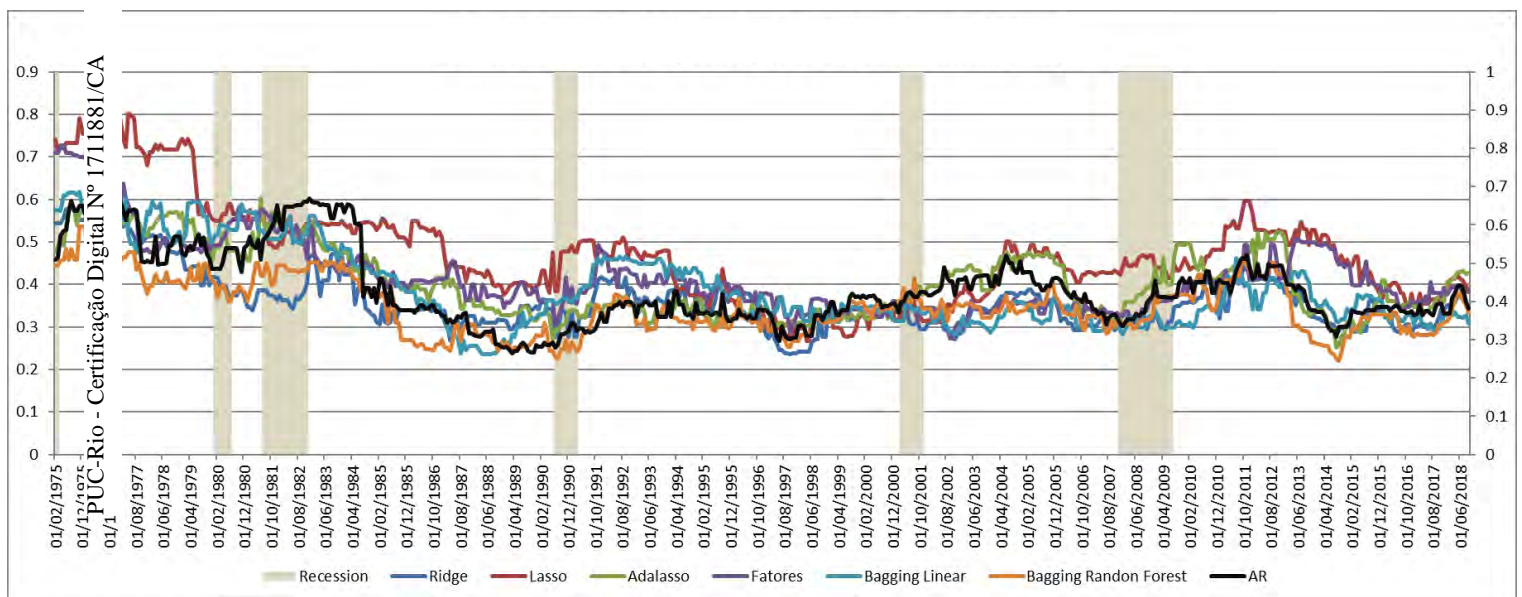


Gráfico 27: RMSE (Trimestre à frente – 3º Ambiente)

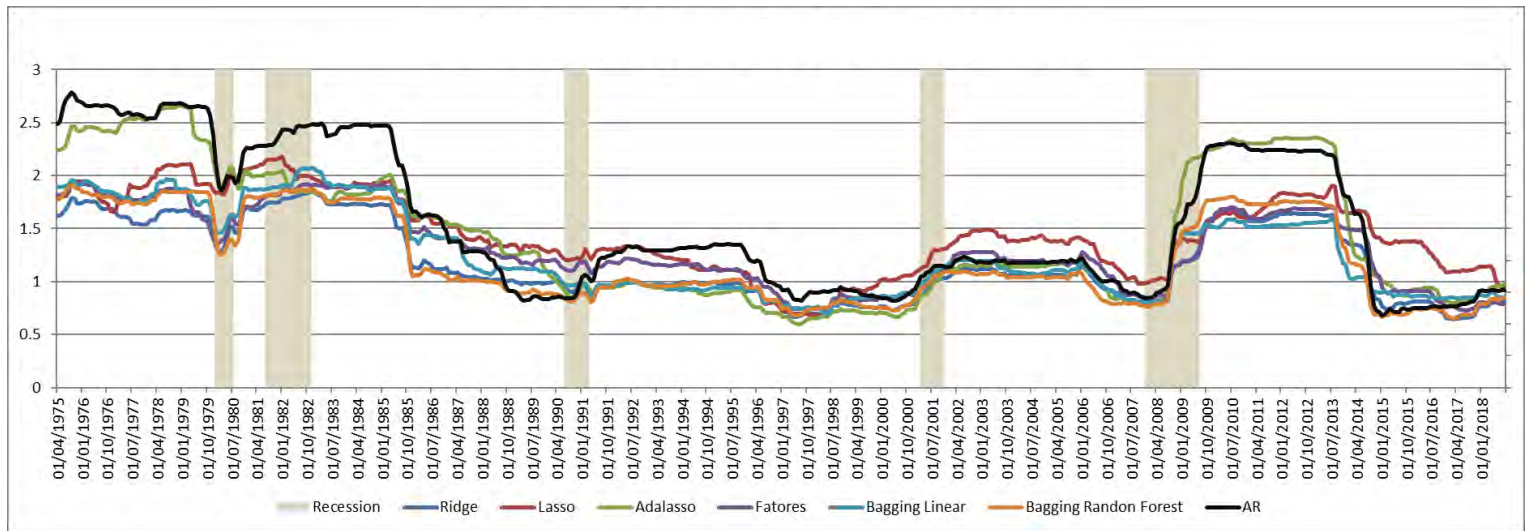


Gráfico 28: MAE (Trimestre à frente – 3º Ambiente)

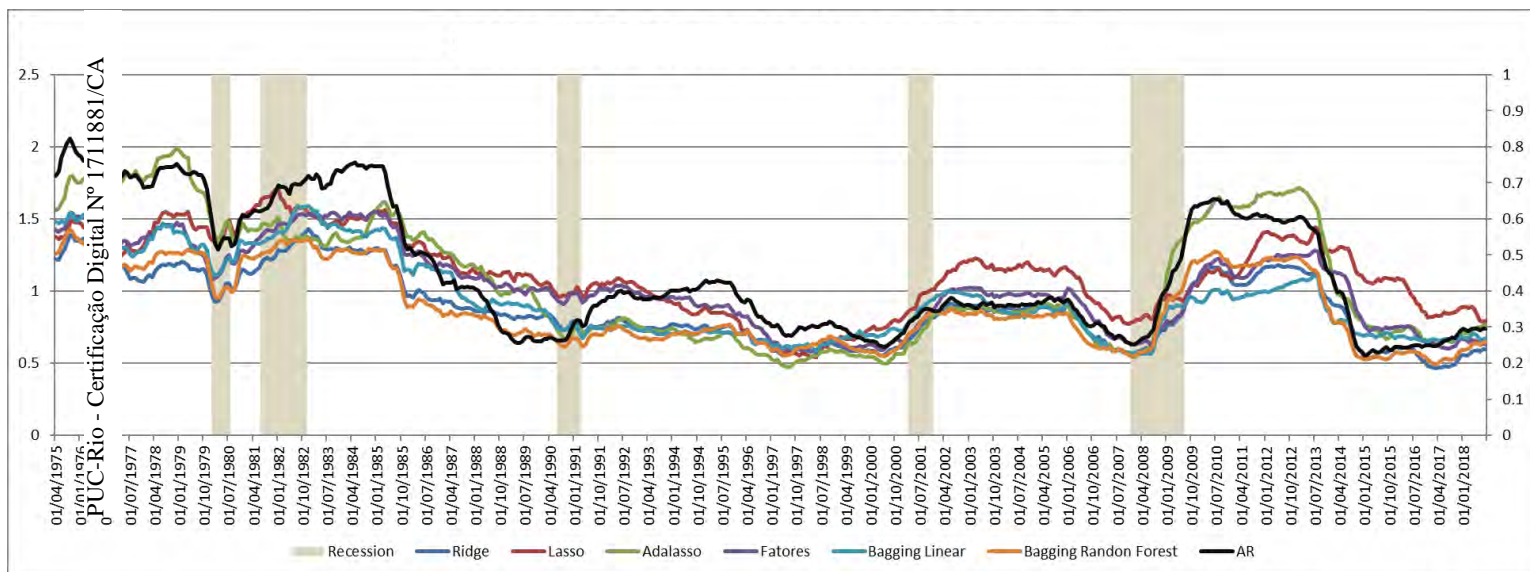
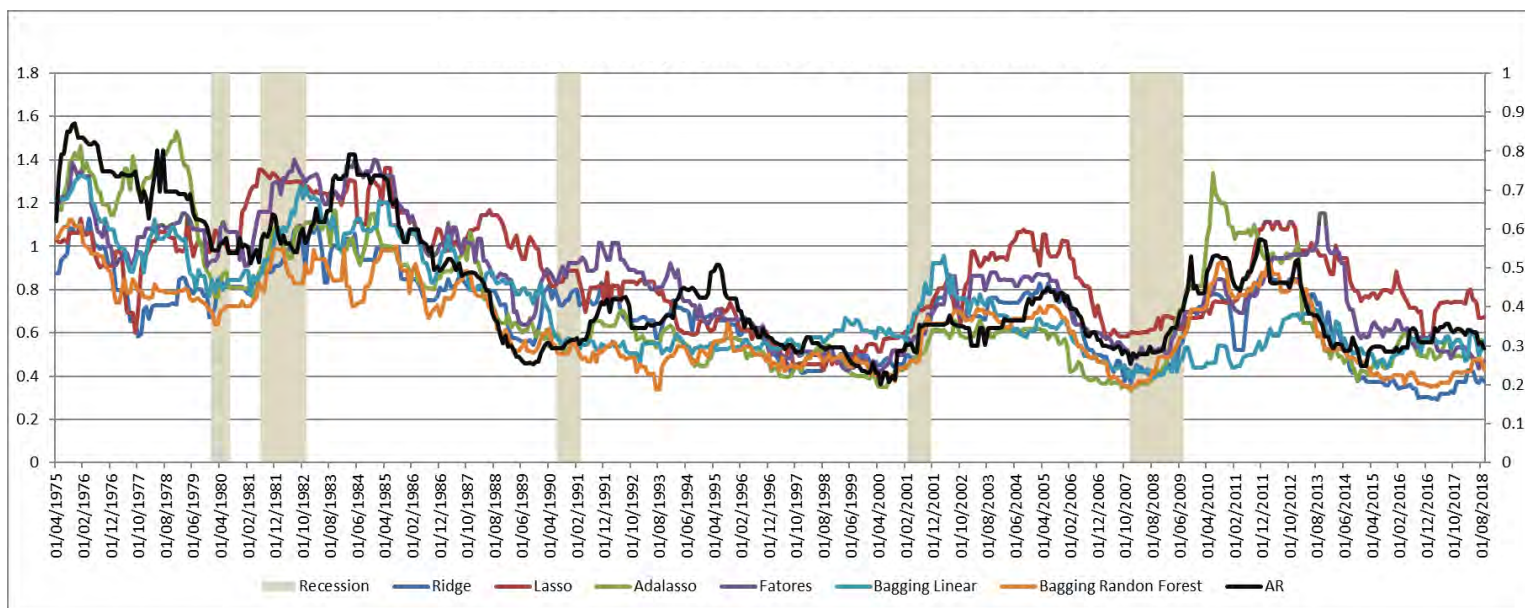




Gráfico 29: MAD (Trimestre à frente – 3º Ambiente)



Os mesmos padrões são observados, uma redução no erro ao longo das décadas, um aumento no erro na crise de 2008 e os mesmos modelos performam melhor (Ridge, Random Forest e Bagging). Para todos os modelos, exceto o Random Forest, há redução do erro neste ambiente, e o modelo Ridge surge como o modelo que possui o menor erro dentre todos os modelos (relativamente empatado com o Random Forest do ambiente 2). Abaixo as tabelas com as mesmas análises a respeito da direção do IP e a capacidade preditiva dos modelos.

Tabela 26: Análise sinal 1 (1 mês à frente)

Total	% de Acertos em:	Ridge	Lasso	Adalasso	Fatores	Bagging Linear	Bagging Random Forest	AR
208	Queda	42.8%	49.5%	28.4%	47.1%	44.7%	37.5%	32.7%
375	Alta	84.8%	75.5%	84.3%	76.5%	81.1%	89.3%	86.9%
583	Todos	69.8%	66.2%	64.3%	66.0%	68.1%	70.8%	67.6%

Tabela 27: Análise sinal 1 (trimestre à frente)

Total	% de Acertos em:	Ridge	Lasso	Adalasso	Fatores	Bagging Linear	Bagging Random Forest	AR
150	Queda	52.0%	56.7%	36.7%	55.3%	56.0%	51.3%	32.0%
431	Alta	87.7%	79.1%	88.2%	82.4%	87.9%	92.1%	88.4%
581	Todos	78.5%	73.3%	74.9%	75.4%	79.7%	81.6%	73.8%

Tabela 28: Análise sinal 2 (1 mês à frente)

Total	% de Acertos em:	Ridge	Lasso	Adalasso	Fatores	Bagging Linear	Bagging Random Forest	AR
82	Recessão	74.4%	70.7%	52.4%	72.0%	72.0%	76.8%	59.8%
488	Expansão	70.3%	65.8%	66.6%	66.0%	68.4%	71.1%	69.7%
7	Saída de recessão	28.6%	42.9%	57.1%	14.3%	14.3%	14.3%	14.3%
6	Entrada em recessão	16.7%	66.7%	50.0%	50.0%	50.0%	33.3%	66.7%

Tabela 29: Análise sinal 2 (trimestre à frente)

Total	% de Acertos em:	Ridge	Lasso	Adalasso	Fatores	Bagging Linear	Bagging Randon Forest	AR
80	Recessão	75.0%	75.0%	55.0%	68.8%	72.5%	73.8%	43.8%
488	Expansão	79.3%	73.2%	78.5%	76.6%	81.1%	83.0%	78.7%
7	Saída de recessão	71.4%	85.7%	57.1%	85.7%	85.7%	85.7%	71.4%
6	Entrada em recessão	66.7%	50.0%	66.7%	50.0%	50.0%	66.7%	83.3%

Em linhas gerais todos os modelos preveem melhor a direção do IP em relação ao ambiente 1 e ao ambiente 2, apenas o modelo Adalasso não performa melhor em relação ao ambiente 1 e o Lasso em relação ao ambiente 2 para 1 mês a frente, e o modelo de Fatores não prevê melhor a direção para o trimestre a frente contra o ambiente 1 e o ambiente 2. Entretanto, para estes 3 modelos os indicadores de erro são melhores neste ambiente.

Abaixo a análise do teste Diebold-Mariano para os modelos deste ambiente.

Tabela 30: Diebold Mariano (1 mês à frente – 3º Ambiente)

Diebold Mariano - P Value	Ridge	Lasso	Adalasso	Fatores	Bagging Linear	Bagging Randon Forest	AR
Ridge	NA	0.000	0.001	0.000	0.007	0.369	0.000
Lasso	0.000	NA	0.002	0.000	0.001	0.000	0.007
Adalasso	0.001	0.002	NA	0.275	0.241	0.001	0.618
Fatores	0.000	0.000	0.275	NA	0.898	0.023	0.495
Bagging Linear	0.007	0.001	0.241	0.898	NA	0.047	0.409
Bagging Randon Forest	0.369	0.000	0.001	0.023	0.047	NA	0.000
AR	0.000	0.007	0.618	0.495	0.409	0.000	NA
Diebold Mariano - Statistic	Ridge	Lasso	Adalasso	Fatores	Bagging Linear	Bagging Randon Forest	AR
Ridge	NA	-5.188	-3.405	-4.727	-2.689	-0.898	-3.675
Lasso	5.188	NA	3.051	3.894	3.488	4.543	2.690
Adalasso	3.405	-3.051	NA	1.092	1.175	3.305	0.498
Fatores	4.727	-3.894	-1.092	NA	0.128	2.278	-0.683
Bagging Linear	2.689	-3.488	-1.175	-0.128	NA	1.994	-0.827
Bagging Randon Forest	0.898	-4.543	-3.305	-2.278	-1.994	NA	-3.765
AR	3.675	2.690	-0.498	0.683	0.827	3.765	NA

Tabela 31: Diebold Mariano (trimestre à frente – 2º Ambiente)

Diebold Mariano - P Value	Ridge	Lasso	Adalasso	Fatores	Bagging Linear	Bagging Randon Forest	AR
Ridge	NA	0.000	0.000	0.000	0.015	0.298	0.000
Lasso	0.000	NA	0.347	0.005	0.002	0.001	0.038
Adalasso	0.000	0.347	NA	0.008	0.001	0.000	0.148
Fatores	0.000	0.005	0.008	NA	0.519	0.110	0.000
Bagging Linear	0.015	0.002	0.001	0.519	NA	0.187	0.000
Bagging Randon Forest	0.298	0.001	0.000	0.110	0.187	NA	0.000
AR	0.000	0.038	0.148	0.000	0.000	0.000	NA
Diebold Mariano - Statistic	Ridge	Lasso	Adalasso	Fatores	Bagging Linear	Bagging Randon Forest	AR
Ridge	NA	-5.063	-4.363	-4.102	-2.444	-1.042	-6.371
Lasso	5.063	NA	-0.941	2.792	3.112	3.435	-2.085
Adalasso	4.363	0.941	NA	2.651	3.293	4.124	-1.448
Fatores	4.102	-2.792	-2.651	NA	0.645	1.600	-4.002
Bagging Linear	2.444	-3.112	-3.293	-0.645	NA	1.322	-4.515
Bagging Randon Forest	1.042	-3.435	-4.124	-1.600	-1.322	NA	-7.102
AR	6.371	2.085	1.448	4.002	4.515	7.102	NA

Apesar da superioridade do Modelo Ridge neste ambiente não é possível rejeitar a hipótese nula de não diferença entre este e o RadomForest.

## **Anexo 5: Importância das variáveis detalhada**

Foram analisados todos os betas (de todas as variáveis e seus respectivos 12 lags nos 3 ambientes) padronizados (em módulo) e multiplicados pelo desvio padrão da variável em questão na janela de 120 meses de cada modelo, foram selecionados os 50 maiores valores (dos Betas padronizados) de cada ponto de estimação. No modelo Bagging este Beta é uma média de 1000 Betas de cada amostra *Bootstrap*, e no modelo RandomForest, conforme dito na introdução, utilizou-se a metodologia do crescimento do MSE das previsões para efetuar o ranking das 50 variáveis principais. Desta forma foram elencadas as 50 variáveis principais de cada modelo para cada ponto de estimação. Para a análise das variáveis mais relevantes após esta seleção foram desconsiderados os lags, ou seja, se uma variável aparece como importante em suas 12 defasagens ela será contada 12 vezes.

### **A.5.1 - Primeiro Ambiente (Expectativas refletidas em variáveis de mercado)**

Nesta seção será analisada a importância das variáveis nos modelos Ridge, Random Forest e Bagging, dado que estes foram os modelos que melhor performaram nas previsões out-of-sample. Primeiramente serão analisadas as variáveis mais importantes selecionadas pelos modelos e posteriormente as defasagens aonde constam mais informação preditiva.

#### **A5.1.1 Variáveis relevantes**

Para o modelo Ridge seguem as 25 variáveis (independente do lag, conforme explicado acima), que mais apareceram durante análise:

Tabela 32: Importância das Covariáveis (Ridge 1 mês à frente)

Full Sample	Aparições	1970	Aparições	1980	Aparições	1990	Aparições	2000	Aparições	2010	Aparições	Recessões	Aparições
INDPRO	1617	INDPRO	344	AAAFFM	682	INDPRO	399	INDPRO	325	Gold	230	INDPRO	267
Gold	1292	T10YFFM	310	T10YFFM	621	Gold	376	PerSv	271	Aero	221	AAAFFM	204
AAAFFM	1151	Insur	297	VXOCLsX	394	Util	295	Gold	203	PerSv	209	T10YFFM	183
T10YFFM	1148	Gold	285	INDPRO	349	Oil	285	Util	195	Fun	201	Gold	174
Util	986	Smoke	277	Banks	234	UMCENTx	258	Drugs	195	INDPRO	200	Mines	161
Smoke	931	Mines	241	Gold	198	T10YFFM	184	Meals	195	Mines	196	Smoke	148
Mines	868	VXOCLsX	239	Util	197	Ships	181	Soda	194	Soda	195	VXOCLsX	145
VXOCLsX	833	MedEq	230	Guns	192	AAAFFM	177	Hardw	191	Hshld	195	Oil	133
Oil	798	AAAFFM	226	Smoke	189	Telcm	171	Uncertain	187	Smoke	162	Insur	127
Autos	771	Txtls	190	Autos	177	Uncertain	161	Agric	181	Beer	162	Autos	114
Soda	670	Autos	187	FabPr	158	Autos	159	UMCENTx	180	Oil	161	MedEq	114
Banks	634	Toys	171	Hardw	158	Mines	158	Boxes	180	Books	159	PerSv	102
PerSv	614	Telcm	163	Mines	152	Food	151	RIEst	168	Util	157	Util	100
Hardw	612	Util	142	Oil	136	Smoke	146	Rubbr	162	Agric	144	Soda	98
Telcm	604	Banks	130	Softw	120	RIEst	138	ElcEq	161	Toys	133	Drugs	94
Toys	598	Steel	119	Soda	118	VXOCLsX	123	Smoke	157	Insur	133	Txtls	92
Insur	592	Ships	110	Agric	106	Softw	121	Toys	142	Autos	127	RIEst	91
Agric	576	Agric	109	Rtail	97	Hlth	116	Oil	126	Food	126	Banks	90
Guns	555	Trans	109	Beer	81	Soda	103	Autos	121	Drugs	122	Toys	88
UMCENTx	544	Aero	108	LabEq	81	FabPr	101	Mines	121	Telcm	121	Steel	88
Drugs	505	Guns	103	Insur	78	Hardw	101	Telcm	117	Banks	114	Hardw	86
MedEq	504	Beer	101	Whlsl	78	MedEq	98	Hlth	109	Paper	109	Guns	85
Aero	486	Cnstr	98	Drugs	77	Toys	97	Steel	107	Boxes	108	Telcm	83
FabPr	464	Other	91	MedEq	76	LabEq	95	Softw	90	Guns	102	Aero	78
RIEst	463	Oil	90	RIEst	73	Coal	95	Whlsl	87	Meals	88	Agric	78

Podemos observar alguns achados principais. Variáveis comumente usadas na academia confirmam sua importância em prever os dados da produção industrial (ouro, prêmio a termo, prêmio de risco, volatilidade implícita e os componentes autoregressivos da produção industrial). Entretanto, o prêmio a termo, o prêmio de risco e a volatilidade implícita dos mercados que estavam no topo de sua importância nas décadas de 1970 e 1980, perdem a sua relevância nos anos 2000 e 2010, uma possível demonstração que o período conhecido como a grande moderação, a redução da volatilidade dos mercados e as taxas de juros próximas de zero mudaram a dinâmica das cadeias produtivas e o comportamento dos agentes em relação a estas variáveis.

Outra variável interessante em observar é a variável PerSv (Personal Services), esta variável não era representativa nas décadas de 70, 80 e 90 e possui extrema relevância nas décadas posteriores, de certa forma, a transformação da economia americana cada vez mais em uma sociedade de serviços pode ser uma explicação para o ocorrido. Uma dinâmica parecida ocorre com Books, Hshld (household products) e Boxes (Boxes Shipping Containers), que intuitivamente podem ter a mesma explicação, principalmente no segmento de Boxes que está vinculado com uma cadeia produtiva cada vez mais integrada e com o consumo via internet cada vez maior. No caso de Trans (Transportation) e Txtls (Textiles),

parece ocorrer o oposto, o setor de transportes e textil possuíam relevância preditiva na década de 70 e após este período não aparecem mais como variável relevante, provavelmente devido ao esvaziamento destes setores na economia americana.

Os setores mais relevantes que estão sempre presentes (sempre aparecem nas colunas acima, ou com apenas um período sem representatividade) do ponto de vista preditivo para a produção industrial americana são: Util, Smoke, Mines, Oil, Autos, Soda, Telcm, Toys e Agric. Setores que são relevantes em mais da metade do período são Banks, Hardw, Insur, Guns, MedEq, Drugs, Aero, PerSv e RIEst.

Por último podemos observar os Indicadores de sentimento como o índice de incerteza e a confiança do consumidor, a partir do momento que as séries são disponibilizadas passam a ser extremamente relevantes, principalmente na década de 90 e 2000. Aqui foi observado com mais detalhe a ocorrência da importância destas variáveis em efetuar um melhor fit nas previsões. O índice de incerteza possui importância relevante entre 1995 e 2001 depois novamente entre 2004 e 2005. Já a confiança do consumidor a relevância está mais espalhada ao longo das décadas estando presente em quase todos os períodos, estando menos presente apenas em 2001 e 2003, e de 2006 a 2008.

Os modelos têm a janela de 120 meses para trás de todas as datas informadas, o que deve ser observado em uma análise mais profunda e na tentativa de se identificar causas para a relevância ou não das covariáveis detalhadas neste espaço.

Abaixo as tabelas da importância das variáveis para 2 meses a frente e 3 meses a frente, os pontos de estimação usados para as previsões trimestrais. Não ocorreram mudanças significantes nas variáveis que mudasse as conclusões acima.

Tabela 33: Importância das Covariáveis (Ridge 2 meses à frente)

Full Sample Aparições	1970 Aparições	1980 Aparições	1990 Aparições	2000 Aparições	2010 Aparições	Recessões Aparições	
INDPRO	1554	Gold 381	AAAFFM 652	INDPRO 468	INDPRO 351	Aero 273	INDPRO 241
Gold	1344	Mines 299	T10YFFM 572	Gold 401	PerSv 268	INDPRO 210	AAAFFM 206
AAAFFM	1128	Smoke 297	VXOCLSx 345	Oil 233	Meals 234	Fun 209	T10YFFM 175
T10YFFM	1048	T10YFFM 293	INDPRO 255	Ships 193	Soda 224	Mines 206	Mines 168
Mines	933	INDPRO 270	Gold 240	AAAFFM 188	ElcEq 192	PerSv 205	Gold 168
Smoke	885	Telcm 238	Banks 209	RIEst 187	RIEst 191	Soda 203	Oil 155
Util	835	AAAFFM 226	Oil 207	Food 183	Drugs 190	Gold 201	Smoke 139
Oil	821	Insur 226	Mines 193	Util 177	Boxes 183	Beer 171	PerSv 124
VXOCLSx	727	Banks 186	Guns 187	Smoke 174	Hardw 180	Hshld 169	Soda 112
Soda	719	MedEq 162	Smoke 180	T10YFFM 156	Util 176	Drugs 154	VXOCLSx 111
Autos	709	Util 160	Util 175	Hardw 152	Rubbr 163	Util 147	Telcm 106
PerSv	668	VXOCLSx 155	Autos 167	Autos 151	Agric 155	Smoke 143	Autos 105
Banks	649	Toys 152	FabPr 158	UMCSENTx 151	Hlth 145	Autos 135	Banks 105
Hardw	632	Autos 141	Soda 153	VXOCLSx 141	UMCSENTx 142	Oil 132	Util 100
Agric	614	Agric 139	Hardw 152	Softw 137	Gold 121	Agric 130	MedEq 93
Aero	598	Ships 131	Agric 147	Mines 132	Uncertain 121	Toys 130	Insur 91
Telcm	549	Oil 130	Coal 139	LabEq 132	Oil 119	Books 124	Other 89
RIEst	528	Aero 126	Softw 132	Coal 122	Autos 115	Food 119	Agric 82
Insur	522	Other 116	Rtail 87	Uncertain 114	Other 115	Boxes 117	RIEst 81
Ships	519	Txtls 111	Insur 80	Boxes 104	Softw 109	Guns 111	Toys 79
Guns	519	LabEq 109	Beer 78	Banks 102	Guns 107	Paper 108	Steel 79
Fun	507	Trans 106	Toys 77	FabPr 102	Steel 107	UMCSENTx 107	Aero 78
Toys	501	FabPr 97	LabEq 73	ElcEq 96	Mines 103	Meals 93	Guns 77
FabPr	480	PerSv 96	Fun 72	Hlth 91	Rtail 95	Ships 90	Txtls 77
Food	471	ElcEq 94	Whlsl 72	Beer 87	Toys 95	Telcm 88	Meals 72

Tabela 34: Importância das Covariáveis (Ridge 3 meses à frente)

Full Sample Aparições	1970 Aparições	1980 Aparições	1990 Aparições	2000 Aparições	2010 Aparições	Recessões Aparições	
INDPRO	1418	Gold 375	AAAFFM 729	INDPRO 389	INDPRO 317	INDPRO 256	INDPRO 233
Gold	1362	T10YFFM 316	T10YFFM 539	Gold 375	PerSv 268	Soda 248	AAAFFM 216
AAAFFM	1167	Mines 310	Gold 293	Ships 319	Soda 254	Agric 243	T10YFFM 182
T10YFFM	989	INDPRO 277	Banks 275	Oil 249	Meals 232	Aero 235	Mines 176
Mines	934	Smoke 258	VXOCLSx 238	VXOCLSx 200	RIEst 227	PerSv 223	Gold 164
Soda	885	AAAFFM 254	Oil 220	Food 196	Drugs 200	Gold 217	Oil 164
Oil	850	Telcm 246	Guns 209	RIEst 193	ElcEq 191	Insur 199	Telcm 143
Banks	807	Insur 198	Mines 200	Smoke 175	Boxes 175	Beer 180	Soda 129
Smoke	800	Banks 175	Hardw 193	Softw 164	Util 169	Toys 163	Smoke 117
Ships	727	MedEq 169	Soda 183	Mines 161	Hlth 162	Mines 155	Banks 116
Agric	690	Util 146	INDPRO 179	Hardw 151	Rubbr 160	Banks 146	PerSv 111
PerSv	688	Agric 143	Coal 150	Autos 146	UMCSENTx 160	Hshld 141	Autos 96
Autos	666	Oil 140	Agric 144	Soda 145	Other 148	UMCSENTx 134	Agric 94
Aero	625	Autos 128	Smoke 140	AAAFFM 140	FabPr 141	Drugs 132	RIEst 93
Hardw	617	Aero 128	Fun 136	LabEq 137	Autos 132	Fun 130	Drugs 85
VXOCLSx	601	LabEq 113	Ships 134	Boxes 134	Telcm 132	Autos 127	Util 83
Util	583	Ships 111	Autos 133	Guns 119	Hardw 128	Oil 121	Steel 82
Insur	572	Other 107	Aero 127	Banks 112	Oil 120	Smoke 121	Cnstr 80
Telcm	547	Txtls 107	Util 110	Util 110	Toys 116	Food 121	FabPr 79
ElcEq	531	ElcEq 105	LabEq 92	ElcEq 108	Ships 111	Boxes 119	VXOCLSx 79
RIEst	523	PerSv 102	Rtail 92	Beer 107	Mines 108	Other 107	MedEq 79
Guns	503	VXOCLSx 94	Softw 91	Coal 104	Smoke 106	Meals 98	Other 75
Food	497	Trans 94	Whlsl 83	Hlth 101	Chems 105	Paper 81	Meals 74
Drugs	492	Paper 92	Beer 79	FabPr 94	Agric 104	ElcEq 76	Insur 72
Boxes	491	Steel 90	FabPr 72	T10YFFM 91	Gold 102	Hardw 76	ElcEq 72

Para o modelo Random Forest seguem as 25 variáveis (independente do lag), que mais apareceram durante análise:

Tabela 35: Importância das Covariáveis (Random Forest 1 à frente)

Full Sample	Aparições	1970	Aparições	1980	Aparições	1990	Aparições	2000	Aparições	2010	Aparições	Recessões	Aparições
AAAFFM	1819	AAAFFM	625	AAAFFM	650	AAAFFM	352	UMCSENTx	222	Books	296	T10YFFM	300
T10YFFM	1746	T10YFFM	495	T10YFFM	622	UMCSENTx	341	T10YFFM	215	VXOCLSx	288	AAAFFM	299
VXOCLSx	957	Toys	181	VXOCLSx	220	T10YFFM	193	Telcm	199	T10YFFM	221	VXOCLSx	162
UMCSENTx	837	INDPRO	168	INDPRO	182	VXOCLSx	171	Uncertain	186	UMCSENTx	187	INDPRO	138
INDPRO	816	Banks	161	Autos	136	RIEst	165	LabEq	182	Aero	175	UMCSENTx	101
Books	740	Util	158	Oil	131	INDPRO	164	INDPRO	172	Toys	167	Banks	100
Aero	643	Aero	150	FabPr	120	Fin	150	RIEst	170	Insur	166	Books	96
Toys	606	PerSv	138	Whlsl	117	Autos	137	VXOCLSx	160	Uncertain	165	Aero	91
Banks	600	MedEq	138	Soda	115	Chips	135	Steel	153	Fin	158	PerSv	90
Fin	591	Insur	137	Banks	112	PerSv	132	Softw	147	Telcm	155	Autos	89
Telcm	587	Rubbr	130	Ships	112	Books	128	Aero	144	Banks	155	Toys	87
Insur	557	VXOCLSx	118	Hlth	109	Uncertain	122	Fun	133	Mkt.RF	148	Util	86
LabEq	554	Autos	116	Coal	108	Gold	121	Hlth	119	INDPRO	130	Fun	85
RIEst	546	Whlsl	112	LabEq	106	Util	119	Util	118	Boxes	128	RIEst	85
Util	540	Books	111	Books	105	Insur	115	Chips	117	Paper	126	MedEq	85
Autos	535	Chems	111	Mines	104	Hardw	114	Hardw	115	Fun	119	Steel	82
Fun	511	Oil	110	Hardw	104	Telcm	104	Other	109	AAAFFM	116	LabEq	81
Oil	495	Fin	108	Gold	104	Paper	103	Boxes	108	Clths	111	Telcm	80
Steel	494	Fun	107	Steel	103	Clths	100	Mkt.RF	107	Txtls	106	Chems	77
Chips	484	Beer	107	Trans	102	LabEq	99	PerSv	105	Chips	105	Other	76
Uncertain	473	Txtls	104	Util	99	MedEq	99	Fin	102	Food	91	Whlsl	76
Txtls	468	Other	101	Chems	99	Toys	98	ElcEq	102	Softw	83	Oil	75
PerSv	468	Ships	101	Aero	95	Meals	98	Books	100	LabEq	82	Cnstr	74
Boxes	465	ElcEq	99	Mach	95	Oil	95	BusSv	100	Trans	80	Fin	70
Rubbr	458	Hshld	90	UMCSENTx	87	Hlth	95	Cnstr	99	Rubbr	77	Txtls	69

O padrão é parecido, nesta modelagem as variáveis principais também são prêmio a termo, prêmio de risco, volatilidade implícita e os componentes autoregressivos da produção industrial, entretanto o Ouro só importante na década de 80 e 90, e o sentimento do consumidor é mais importante. O prêmio de risco também perde sua relevância, mas somente nos anos 2000, entretanto o prêmio a termo não e a volatilidade também não.

Algo semelhante captado pelo modelo Ridge com o segmento de Personal Services é captado pelo Random Forest no segmento de Software e Boxes (neste setor equivalente o observado no modelo Ridge). Estes setores não têm relevância preditiva na década de 70, 80 e 90 e passam a ter nas décadas posteriores. Provavelmente uma demonstração da importância destes segmentos na nova economia americana. No caso oposto temos segmentos que foram perdendo relevância preditiva ao longo das décadas: Ships, Mines, Whlsl, Chems, Autos, Oil, Coal e Beer. No caso de Transportation a direção é equivalente ao modelo Ridge, entretanto os demais têm uma importância preditiva relevante e permanecem ao longo do tempo no modelo Ridge.

Os setores mais importantes do ponto de vista preditivo são Books, Aero, Fin, LabEq e Util, aparecendo em quase todos os períodos. Em segunda escala os setores mais importantes são: Banks, Toys, RIEst, Insur, Telcm, Autos, Chips, Fun, Oil, Steel, Txtls, PerSv. Os resultados são ligeiramente diferentes da

modelagem Ridge que não aponta a mesma relevância para Books (que aparece no final da série) e Fin, LabEq, Chips, Fun, e Steel que não constam em todos os períodos ou não fazem parte dos TOP 25.

Em relação aos indicadores de sentimento, o sentimento do consumidor tem uma relevância maior na modelagem Random Forest como já foi dito, e o índice de incerteza também estando presente na década de 2010 (o que não ocorreu no modelo Ridge). Ambas as variáveis aparecem como a mais importante de todas em diversos momentos da série, sendo a 3ª e a 6ª variável que mais consta entre as 10<sup>11</sup> mais importantes variáveis ao longo da série. Ambas estão mais espalhadas ao longo de todo o período diferente do que ocorre no modelo Ridge, ainda sim há períodos os quais as mesmas são mais importantes. Para o índice de incerteza temos os seguintes anos: 95, 99 a 2000, 2003 a 2005, 2017 a 2018. No caso do sentimento do consumidor a sua maior importância está entre 90 e 93, 96 e 97, 2002 e de 2009 a 2011.

Abaixo a seleção de variáveis para 2 e 3 meses a frente. Não foi observado nada que mudasse de forma relevante as conclusões acima.

Tabela 36: Importância das Covariáveis (Random Forest 2 meses à frente)

Full Sample	Aparições	1970	Aparições	1980	Aparições	1990	Aparições	2000	Aparições	2010	Aparições	Recessões	Aparições
AAAFFM	1986	AAAFFM	620	AAAFFM	667	AAAFFM	480	UMCSENTx	255	Books	299	AAAFFM	311
T10YFFM	1661	T10YFFM	481	T10YFFM	575	T10YFFM	226	T10YFFM	220	VXOCLsX	221	T10YFFM	294
VXOCLsX	856	Banks	177	VXOCLsX	188	UMCSENTx	204	LabEq	184	Aero	197	VXOCLsX	152
Books	755	Toys	171	Coal	137	VXOCLsX	166	RIEst	183	Insur	197	Chems	102
Toys	675	Util	151	INDPRO	135	Books	158	Telcm	168	Toys	192	INDPRO	100
UMCSENTx	669	Oil	140	Oil	133	RIEst	149	INDPRO	167	Telcm	179	RIEst	100
INDPRO	639	Aero	139	Autos	132	INDPRO	143	Steel	161	Uncertain	177	UMCSENTx	98
Banks	639	VXOCLsX	132	Soda	120	Gold	143	Uncertain	155	Banks	167	Toys	94
Aero	633	Autos	125	Ships	118	Toys	142	Softw	153	Mkt.RF	160	Banks	94
Insur	587	Chems	125	Steel	115	PerSv	137	VXOCLsX	149	T10YFFM	159	Telcm	89
Telcm	576	Ships	124	Mach	112	Fin	129	Chips	126	UMCSENTx	142	Trans	89
RIEst	576	FabPr	119	Banks	111	Autos	120	Boxes	123	Boxes	138	Books	85
Fin	542	Rubbr	118	Hardw	111	BldMt	114	Hlth	123	Fin	136	Autos	84
Autos	539	PerSv	114	Trans	110	Uncertain	112	Util	120	Fun	129	Aero	82
Util	510	Insur	111	FabPr	109	Insur	108	Fin	112	AAAFFM	129	Fun	82
Oil	506	Fin	110	Hlth	107	Mach	107	Chems	111	Txtls	122	Steel	81
Steel	504	Whlsl	110	Aero	105	Hardw	107	Aero	110	Paper	111	LabEq	79
LabEq	504	Trans	109	Chems	104	Food	106	Fun	106	Clths	105	Util	79
Chems	491	Beer	109	Gold	97	Chips	106	MedEq	106	INDPRO	102	Oil	77
Fun	484	Books	104	Toys	95	Util	105	Whlsl	106	Softw	99	MedEq	76
Boxes	481	MedEq	101	Mines	92	Meals	105	Oil	105	Food	97	Hardw	75
Rubbr	477	Clths	99	LabEq	92	Paper	102	Books	104	Trans	92	Rubbr	74
Ships	476	Rtail	97	Books	90	Ships	97	BusSv	104	Chips	90	Drugs	72
Trans	473	Mines	97	Clths	88	Hshld	88	Rtail	103	Rubbr	89	Mach	72
Txtls	463	Fun	96	Whlsl	87	Drugs	97	Cnstr	102	RIEst	87	Whlsl	72

<sup>11</sup> Além de analisar a quantidade de vezes que as variáveis aparecem nos diferentes modelos, foi observado o grau de importância das variáveis para cada modelo entre as 50 mais importantes, as variáveis em questão em diversas circunstâncias estavam entre as 10 mais importantes, ficando em 3º e 6º lugar neste ranking.



Tabela 37: Importância das Covariáveis (Random Forest 3 meses à frente)

Full Sample	Aparições	1970	Aparições	1980	Aparições	1990	Aparições	2000	Aparições	2010	Aparições	Recessões	Aparições
AAAFFM	1938	AAAFFM	611	AAAFFM	606	AAAFFM	430	UMCENTx	259	T10YFFM	248	AAAFFM	324
T10YFFM	1804	T10YFFM	481	T10YFFM	548	T10YFFM	293	T10YFFM	234	Uncertain	224	T10YFFM	283
VXOCLx	777	Banks	199	Ships	170	VXOCLx	191	LabEq	179	Books	218	Banks	113
UMCENTx	672	Util	161	VXOCLx	153	UMCENTx	175	RIEst	173	Fin	187	VXOCLx	105
Books	670	Aero	154	INDPRO	144	Books	171	Telcm	157	VXOCLx	175	Autos	103
Aero	647	Autos	138	Oil	141	PerSv	151	Softw	156	AAAFFM	172	UMCENTx	98
INDPRO	630	Toys	134	Autos	128	Fin	145	VXOCLx	152	Toys	171	Chems	90
Banks	630	Rubbr	125	Whlsl	126	Toys	141	Steel	149	UMCENTx	169	Telcm	84
Toys	625	Insur	120	Banks	117	INDPRO	134	INDPRO	141	Aero	163	INDPRO	84
Fin	612	PerSv	120	Aero	116	RIEst	134	Hlth	131	Boxes	144	LabEq	83
Autos	605	Whlsl	119	Trans	114	Gold	133	Aero	126	Paper	144	Util	83
Insur	544	Ships	117	Steel	114	Autos	126	Boxes	125	Telcm	138	Toys	80
Ships	543	MedEq	115	Hardw	114	Hardw	119	Chips	122	Insur	127	Other	80
Telcm	541	Fun	114	Hlth	113	Chips	115	AAAFFM	119	Mkt.RF	111	Ships	79
LabEq	509	Oil	111	Coal	111	Mach	110	Banks	117	Banks	109	Fun	77
Whlsl	503	Fin	110	Chems	109	BldMt	107	Coal	116	Food	107	Whlsl	77
Boxes	487	INDPRO	107	Insur	107	Insur	106	Rtail	112	Fun	106	MedEq	77
Fun	484	Clths	107	FabPr	102	FabPr	104	Fun	112	INDPRO	104	Steel	77
Hardw	482	VXOCLx	106	Gold	101	Softw	99	Uncertain	112	Autos	103	PerSv	77
RIEst	481	FabPr	105	Mines	99	Paper	97	Autos	110	Clths	94	Oil	76
Oil	478	Trans	103	Mach	98	Food	97	Whlsl	108	Rubbr	92	Hardw	75
Steel	476	Mines	103	MedEq	93	Hshld	95	Cnstr	107	Chips	91	Cnstr	75
Paper	468	Chems	101	Agric	93	ElcEq	95	BusSv	102	Meals	90	Insur	74
Clths	459	Beer	99	Soda	93	Drugs	94	Soda	101	Soda	89	Mach	74
FabPr	456	Books	93	Books	92	Clths	93	Hardw	100	Other	89	RIEst	74

Para o modelo Bagging Linear seguem as 25 variáveis (independente do lag), que mais apareceram durante análise:

Tabela 38: Importância das Covariáveis (Bagging Linear 1 mês à frente)

Full Sample	Aparições	1970	Aparições	1980	Aparições	1990	Aparições	2000	Aparições	2010	Aparições	Recessões	Aparições
AAAFFM	943	T10YFFM	258	AAAFFM	371	Soda	179	Smoke	175	AAAFFM	276	INDPRO	143
T10YFFM	896	MedEq	233	T10YFFM	286	Food	157	Toys	173	T10YFFM	195	MedEq	137
MedEq	729	Toys	205	Whlsl	224	Boxes	150	MedEq	166	Drugs	155	Txtls	117
Smoke	712	Smoke	202	Guns	192	Smoke	149	Gold	164	Aero	150	BldMt	113
Toys	701	Steel	180	Banks	184	Gold	142	Mines	163	BusSv	139	Mines	112
Mines	698	Autos	175	INDPRO	175	Coal	141	PerSv	161	Telcm	136	Toys	106
Guns	652	Txtls	170	Rubbr	170	MedEq	139	Soda	158	Beer	134	Steel	105
INDPRO	647	INDPRO	169	Hardw	170	UMCENTx	139	Beer	154	Chems	134	Trans	102
Util	647	Mines	160	BldMt	166	Ships	138	Oil	153	Banks	133	Coal	100
Autos	631	Util	149	Util	160	Guns	132	Ships	147	Toys	124	FabPr	97
Oil	620	Coal	145	VXOCLx	148	Hlth	130	INDPRO	145	Mines	122	Oil	96
FabPr	606	Insur	144	FabPr	144	AAAFFM	128	Coal	142	Agric	120	Guns	96
Whlsl	606	PerSv	133	Mines	140	Telcm	127	FabPr	140	Autos	119	AAAFFM	94
Banks	601	Boxes	130	Soda	132	Util	126	Guns	132	Oil	118	Smoke	93
Soda	595	LabEq	128	Autos	131	FabPr	124	Agric	132	Util	118	Rubbr	92
Coal	595	Guns	125	Softw	122	Oil	124	Boxes	131	Food	112	Food	90
Telcm	595	AAAFFM	122	Oil	118	ElcEq	123	Drugs	130	Smoke	104	PerSv	90
Txtls	565	VXOCLx	120	Books	116	Whlsl	122	Txtls	128	Fun	104	Whlsl	90
Food	557	Fun	112	Telcm	112	LabEq	122	RIEst	127	FabPr	102	T10YFFM	87
Beer	552	Rubbr	111	Txtls	109	Toys	118	Other	125	Insur	100	Insur	87
Gold	551	Mach	111	Hlth	109	Trans	116	Food	120	Gold	97	Banks	86
PerSv	548	Ships	110	Gold	105	RIEst	116	Telcm	117	PerSv	96	RIEst	86
Agric	547	BldMt	108	MedEq	101	Agric	115	Autos	109	Hlth	94	Autos	85
Drugs	539	Oil	107	Coal	92	PerSv	115	Softw	107	Hshld	93	Drugs	84
Boxes	532	Rtail	107	Rtail	91	Txtls	114	Uncertain	106	MedEq	90	VXOCLx	84

No modelo Bagging temos algumas diferenças. A volatilidade implícita não consta no TOP 25 das variáveis, estando na lista das principais variáveis apenas nas décadas de 70 e 80. As próprias defasagens do IP têm uma importância menor do que nos outros modelos, e os indicadores de sentimento (sentimento do consumidor e o índice de incerteza) têm pouca relevância neste modelo. Os indicadores de prêmio de risco e prêmio a termo possuem relevância preditiva da mesma forma observada nos modelos Ridge e Random Forest, e também não

constam na década de 90 (prêmio a termo) e 2000 (ambos: prêmio a termo e prêmio de risco) na lista do TOP 25 das variáveis.

No modelo Bagging não foi observado uma tendência mais clara a respeito da observação da importância dos setores que aumentam a relevância ao longo do tempo ou perdem a relevância, como nos demais modelos.

Em linhas gerais é mais difícil obter conclusões a respeito da seleção de variáveis deste modelo pela forma de otimização e redução de ruído, aqui o algoritmo reduz o ruído através das médias dos Betas em diferentes amostras com reposição, o modelo, ao fim e ao cabo utiliza-se de mais variáveis no processo preditivo que as demais sem um *shrinkage* mais claro observado nos outros modelos.

Tabela 39: Importância das Covariáveis (Bagging Linear 2 meses à frente)

Full Sample	Aparições	1970	Aparições	1980	Aparições	1990	Aparições	2000	Aparições	2010	Aparições	Recessões	Aparições
AAAFFM	940	T10YFFM	241	AAAFFM	463	Boxes	184	Gold	175	AAAFFM	217	Mines	144
T10YFFM	847	Mines	217	T10YFFM	295	Oil	173	Smoke	175	Aero	200	MedEq	133
Mines	815	Toys	216	Whlsl	242	Gold	162	Mines	173	Drugs	185	INDPRO	118
Smoke	686	Smoke	206	Guns	176	Telcm	161	INDPRO	162	T10YFFM	178	BldMt	109
Toys	679	Insur	173	Rubbr	172	Food	161	PerSv	160	Agric	153	AAAFFM	100
Util	672	LabEq	169	Util	170	AAAFFM	155	Toys	160	Mines	141	Gold	99
Gold	670	Other	160	BldMt	167	Ships	154	MedEq	159	Banks	138	Agric	98
MedEq	649	MedEq	157	FabPr	166	MedEq	152	FabPr	156	BusSv	132	Oil	98
Oil	643	Coal	155	Banks	162	Guns	148	Ships	148	Util	131	Telcm	98
Banks	638	Util	144	VXOCLsX	157	Hardw	144	Agric	144	Gold	130	RIEst	98
Telcm	633	VXOCLsX	138	Mines	155	Soda	140	Other	142	Toys	128	Smoke	97
Whlsl	615	INDPRO	136	Hardw	140	Whlsl	139	Telcm	141	Oil	125	Coal	97
Agric	600	PerSv	135	Autos	138	Util	132	Soda	141	Beer	121	Banks	96
FabPr	599	Cnstr	132	Telcm	137	Banks	129	Oil	139	Insur	111	Toys	96
INDPRO	591	Rubbr	130	INDPRO	131	Mines	129	Boxes	136	Autos	111	Whlsl	92
Guns	577	Steel	130	Gold	130	PerSv	127	RIEst	133	Hlth	109	Rubbr	90
Ships	576	Ships	129	Books	129	UMCSENT	126	Drugs	132	Hshld	107	Autos	89
PerSv	567	BldMt	128	Softw	114	Fun	124	Beer	126	Fun	106	Trans	88
Autos	562	Banks	127	Smoke	111	RIEst	123	Meals	123	Food	103	Steel	85
Insur	551	Autos	124	Rtail	111	LabEq	119	Coal	121	Chems	103	Txtls	84
Rubbr	546	Rtail	119	Soda	106	FabPr	118	Insur	121	MedEq	101	VXOCLsX	84
Coal	544	ElcEq	118	RIEst	92	Coal	114	Guns	118	Books	97	Insur	83
Drugs	536	Oil	115	Oil	91	Smoke	113	Autos	114	PerSv	95	Meals	83
Boxes	533	Fun	114	Ships	87	Agric	112	Txtls	112	Whlsl	92	ElcEq	82
Aero	525	Agric	112	Toys	86	Hlth	105	Books	107	Other	86	Drugs	81

Tabela 40: Importância das Covariáveis (Bagging Linear 3 meses à frente)

Full Sample Aparições	1970 Aparições	1980 Aparições	1990 Aparições	2000 Aparições	2010 Aparições	Recessões Aparições							
AAAFFM	1118	T10YFFM	218	AAAFFM	490	Gold	229	INDPRO	206	AAAFFM	301	INDPRO	146
Mines	862	Mines	214	T10YFFM	254	Ships	203	Smoke	197	Aero	217	AAAFFM	138
T10YFFM	770	MedEq	194	Banks	241	Boxes	193	Mines	178	Insur	165	Mines	125
Gold	741	LabEq	181	Whlsl	226	Guns	164	Gold	168	Drugs	159	BldMt	123
Ships	701	PerSv	171	BldMt	211	Oil	164	PerSv	156	Agric	156	MedEq	109
Banks	698	Coal	158	Mines	199	AAAFFM	158	Ships	152	Toys	153	Coal	104
INDPRO	684	Insur	153	Guns	176	Telcm	153	Soda	151	Chems	151	Gold	99
Oil	629	Steel	149	INDPRO	173	Util	143	Drugs	144	Hshld	151	T10YFFM	98
Smoke	613	Smoke	140	Hardw	168	Mines	140	Other	142	T10YFFM	151	Steel	97
Guns	609	INDPRO	139	Rubbr	155	Banks	138	MedEq	140	BusSv	149	PerSv	97
Util	604	ElcEq	139	Gold	154	FabPr	138	Toys	139	Banks	132	Smoke	97
Coal	594	Oil	138	Ships	151	Food	136	Coal	136	Mines	131	Banks	96
MedEq	588	Rubbr	133	Books	132	Coal	135	Oil	134	Meals	117	Util	96
Telcm	575	Ships	127	Telcm	129	RIEst	124	FabPr	130	Autos	105	Rubbr	95
Whlsl	571	Cnstr	123	Util	126	Soda	119	RIEst	130	Fin	103	LabEq	93
Agric	567	Rtail	122	FabPr	124	Whlsl	118	Agric	130	Util	99	Whlsl	93
PerSv	563	BldMt	118	Softw	109	Txtls	118	Whlsl	128	Food	99	ElcEq	91
Rubbr	559	AAAFFM	115	Smoke	104	LabEq	115	Util	121	Hlth	97	Oil	88
Toys	558	Banks	115	Mach	104	ElcEq	115	Beer	119	Oil	96	Ships	88
Aero	556	Util	115	Soda	101	Trans	115	ElcEq	118	Guns	93	Drugs	83
Insur	549	Food	115	Rtail	99	Beer	114	Telcm	116	FabPr	90	FabPr	83
Drugs	546	RIEst	114	Oil	97	Hlth	113	Books	114	Gold	89	Telcm	83
BldMt	546	Toys	113	Beer	96	Hardw	109	Guns	113	Beer	88	RIEst	82
Boxes	545	BusSv	113	LabEq	95	Softw	109	Autos	111	Soda	87	Mach	82
FabPr	532	Mach	113	Coal	95	PerSv	104	Boxes	110	Fun	81	Autos	81

### A5.1.2 Relevância das defasagens

Para esta análise utilizou-se a mesma base de dados da seção A5.1.1, explicada no início do presente anexo. A diferença que naquela seção foram desconsiderados os *lags*, nesta seção foram desconsideradas as variáveis e mantidas as defasagens. Abaixo o ranking TOP 3 das defasagens, e as 10 variáveis mais selecionadas de todos os modelos<sup>12</sup>. Nas tabelas das defasagens também constam as posições das mesmas no ranking das 50 variáveis analisadas:

Tabela :41 Importância das defasagens (Ridge 1 mês à frente)

Defasagens												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1º	t-3	t-12	t-1	t-3	t-3	t-3	t-1	t-1	t-1	t-3	t-3	t-1
2º	t-1	t-8	t-2	t-1	t-2	t-2	t-7	t-2	t-2	t-2	t-2	t-2
3º	t-2	t-9	t-3	t-2	t-1	t-1	t-9	t-3	t-3	t-1	t-8	t-3
Qtde de Aparições												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1º	3480	515	963	877	794	771	810	981	813	640	1362	523
2º	3321	495	822	765	662	594	575	904	725	633	623	405
3º	3181	474	718	694	597	534	496	547	622	589	556	399

<sup>12</sup> Por exemplo, o modelo de previsão em dez/2018, está prevendo jan/2019 (1 mês a frente), fev/2019 (2 meses a frente), mar/2019 (3 meses a frente). A referência t-x (período t subtraído x) terá sempre como referência a previsão de 1 mês a frente, neste exemplo jan/2019. Desta forma t-1 sempre será dez/2018 e sempre será escrito como t-1, mas a referência da defasagem será na verdade t-1 para 1 mês a frente, t-2 para 2 meses à frente e t-3 para 3 meses à frente. Isso valerá para todos os modelos deste Anexo.

Tabela 42: Importância das defasagens (Ridge 2 meses à frente)

Defasagens												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1°	t-1	t-11	t-1	t-2	t-1	t-2	t-6	t-1	t-1	t-1	t-2	t-1
2°	t-2	t-8	t-2	t-1	t-2	t-1	t-5	t-4	t-2	t-2	t-1	t-2
3°	t-3	t-13	t-6	t-4	t-5	t-3	t-8	t-2	t-13	t-12	t-7	t-8
Qtde de Aparições												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1°	3636	508	963	893	805	790	615	982	890	759	1203	463
2°	3556	473	777	807	765	642	557	610	714	722	675	440
3°	2185	454	447	473	489	475	511	584	522	588	502	366

Tabela 43: Importância das defasagens (Ridge 3 meses à frente)

Defasagens												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1°	t-1	t-13	t-1	t-1	t-1	t-1	t-5	t-3	t-1	t-1	t-1	t-1
2°	t-2	t-10	t-2	t-3	t-4	t-3	t-4	t-1	t-13	t-11	t-6	t-3
3°	t-3	t-2	t-13	t-4	t-2	t-2	t-2	t-2	t-12	t-5	t-2	t-7
Qtde de Aparições												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1°	3945	509	877	973	930	800	597	807	861	765	1325	494
2°	2377	487	518	509	519	489	526	650	574	591	503	399
3°	2300	477	474	477	461	454	518	546	530	541	427	366

Tabela 44: Top 10 variáveis modelo Ridge

Ranking	Ridge T+1		Ridge T+2		Ridge T+3	
1º	Autos_T-3	308	Autos_T-2	292	Autos_T-1	321
2º	Util_T-2	268	Util_T-1	283	INDPRO_T-1	299
3º	INDPRO_T-1	214	INDPRO_T-1	233	Boxes_T-1	239
4º	T10YFFM_T-1	214	Boxes_T-2	229	Ships_T-12	225
5º	INDPRO_T-3	212	INDPRO_T-2	226	Gold_T-1	222
6º	Boxes_T-3	210	Gold_T-2	202	AAAFFM_T-1	209
7º	AAAFFM_T-5	203	AAAFFM_T-4	202	Oil_T-4	208
8º	Oil_T-7	203	AAAFFM_T-1	197	AAAFFM_T-2	199
9º	Gold_T-9	199	Gold_T-8	197	T10YFFM_T-2	198
10º	UMCSENTx_T-1	185	T10YFFM_T-1	194	AAAFFM_T-1	192

Mercados antecipam resultados futuros, em algumas circunstâncias os sinais começam com mais de 3 meses de antecedência, entretanto há muito ruído em conjunto reduzindo a precisão das previsões.

Tabela 45: Importância das defasagens (Random Forest 1 mês à frente)

Defasagens												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1º	t-3	t-3	t-3	t-3	t-3	t-3	t-10	t-3	t-2	t-3	t-3	t-3
2º	t-2	t-2	t-2	t-10	t-10	t-9	t-6	t-2	t-3	t-1	t-2	t-10
3º	t-1	t-1	t-10	t-2	t-2	t-10	t-9	t-10	t-7	t-8	t-13	t-2
Qtde de Aparições												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1º	4093	1244	880	703	665	601	843	861	539	832	1458	487
2º	2767	742	604	522	498	477	591	578	533	529	853	487
3º	2395	718	510	471	492	470	583	549	525	500	466	403

Tabela 46: Importância das defasagens (Random Forest 2 meses à frente)

Defasagens												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1º	t-2	t-2	t-2	t-2	t-2	t-2	t-9	t-2	t-13	t-2	t-2	t-2
2º	t-1	t-1	t-1	t-1	t-1	t-1	t-5	t-1	t-1	t-10	t-1	t-9
3º	t-9	t-5	t-9	t-9	t-4	t-9	t-4	t-3	t-10	t-7	t-12	t-1
Qtde de Aparições												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1º	4258	1322	926	733	665	612	784	943	657	877	1469	547
2º	3131	947	611	554	513	506	597	620	601	535	1048	495
3º	2327	467	481	488	456	477	563	594	532	507	464	400

Tabela 47: Importância das defasagens (Random Forest 3 meses à frente)

Defasagens												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1º	t-1	t-1	t-1	t-1	t-1	t-1	t-8	t-1	t-12	t-1	t-1	t-1
2º	t-8	t-4	t-8	t-5	t-3	t-8	t-4	t-8	t-1	t-6	t-11	t-8
3º	t-3	t-8	t-3	t-8	t-8	t-3	t-3	t-2	t-5	t-11	t-3	t-7
Qtde de Aparições												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1º	4685	1566	953	816	739	611	774	999	664	891	1752	600
2º	2389	536	490	480	489	499	626	611	601	547	485	508
3º	2259	476	466	477	447	474	555	593	538	497	409	354

Tabela 48: Top 10 variáveis modelo Random Forest

Ranking	Random Forest T+1	Random Forest T+2	Random Forest T+3
1º	UMCSENTx_T-1 250	AAAFFM_T-3 244	AAAFFM_T-2 257
2º	T10YFFM_T-1 219	AAAFFM_T-1 223	T10YFFM_T-13 225
3º	VXOCLsx_T-1 202	AAAFFM_T-6 221	AAAFFM_T-1 222
4º	AAAFFM_T-4 201	AAAFFM_T-4 206	AAAFFM_T-5 220
5º	AAAFFM_T-7 193	AAAFFM_T-2 200	AAAFFM_T-3 209
6º	INDPRO_T-3 192	Telcm_T-2 198	INDPRO_T-1 200
7º	Books_T-3 189	T10YFFM_T-1 197	T10YFFM_T-5 198
8º	AAAFFM_T-2 187	VXOCLsx_T-1 191	Telcm_T-1 192
9º	AAAFFM_T-3 186	AAAFFM_T-5 187	AAAFFM_T-5 192
10º	Telcm_T-3 184	Books_T-2 184	Books_T-1 189

Tabela 49: Importância das defasagens (Bagging 1 mês à frente)

Defasagens												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1º	t-1	t-12	t-12	t-1	t-1	t-2	t-1	t-2	t-1	t-8	t-8	t-1
2º	t-2	t-13	t-13	t-8	t-2	t-1	t-12	t-1	t-13	t-12	t-2	t-8
3º	t-8	t-8	t-8	t-2	t-8	t-8	t-7	t-5	t-2	t-5	t-7	t-5
Qtde de Aparições												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1º	2845	571	534	649	705	698	763	628	665	543	759	466
2º	2673	523	513	565	618	682	549	603	536	530	601	381
3º	2652	493	505	544	585	504	515	520	495	516	469	354

Tabela 50: Importância das defasagens (Bagging 2 meses à frente)

Defasagens												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1º	t-1	t-11	t-11	t-7	t-1	t-1	t-9	t-1	t-1	t-11	t-7	t-7
2º	t-7	t-13	t-13	t-1	t-7	t-7	t-11	t-4	t-11	t-7	t-1	t-4
3º	t-11	t-7	t-12	t-2	t-2	t-6	t-6	t-7	t-10	t-1	t-2	t-13
Qtde de Aparições												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1º	2882	546	531	617	694	772	513	708	570	563	782	400
2º	2731	500	511	574	607	542	506	550	513	557	642	359
3º	2249	497	474	448	501	475	500	550	481	500	465	357

Tabela 51: Importância das defasagens (Bagging 3 meses à frente)

Defasagens												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1º	t-6	t-10	t-6	t-6	t-6	t-1	t-5	t-3	t-11	t-6	t-6	t-6
2º	t-1	t-11	t-10	t-1	t-1	t-6	t-3	t-6	t-12	t-4	t-1	t-3
3º	t-4	t-13	t-11	t-3	t-3	t-5	t-10	t-2	t-1	t-13	t-5	t-4
Qtde de Aparições												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1º	2744	526	526	594	620	544	495	614	558	564	780	386
2º	2373	498	508	505	563	528	483	562	533	519	613	385
3º	2286	493	507	467	535	505	483	486	505	492	475	348

Tabela 52: Top 10 variáveis modelo Bagging

Ranking	Bagging T+1	Bagging T+2	Bagging T+3
1º	T10YFFM_t-8 195	T10YFFM_t-1 186	AAAFFM_t-2 257
2º	T10YFFM_t-2 164	T10YFFM_t-7 171	AAAFFM_t-3 175
3º	T10YFFM_t-1 156	Toys_t-1 162	T10YFFM_t-6 170
4º	AAAFFM_t-8 146	AAAFFM_t-2 156	Mines_t-5 150
5º	Whlsl_t-5 145	Mines_t-6 156	Whlsl_t-3 147
6º	Util_t-2 143	AAAFFM_t-1 155	Ships_t-13 142
7º	Toys_t-2 142	AAAFFM_t-4 139	AAAFFM_t-6 134
8º	Txtls_t-1 135	Util_t-1 137	Rtail_t-2 131
9º	AAAFFM_t-3 132	AAAFFM_t-3 131	AAAFFM_t-2 127
10º	Mines_t-7 132	Whlsl_t-4 127	Autos_t-2 119

Avaliando quando a informação preditiva ficaria mais latente nas variáveis de mercado, observa-se que em algumas circunstâncias (em azul) a informação mais relevante surge com uma antecipação maior que o trimestre, entretanto na maioria dos casos a informação está no trimestre em questão para todos os

modelos. Observando as tabelas das 10 principais variáveis é possível notar que as informações de prêmio de risco na curva de juros (corporate ou a termo) tem uma característica em todos os modelos em trazer um sinal com uma antecedência maior que o trimestre.

## **A5.2 - Segundo Ambiente (Segmentos econômicos)**

A mesma metodologia da seção A5.1 foi adotada neste ambiente, e os mesmos modelos foram analisados.

### **A5.2.1 Variáveis relevantes**

Abaixo as principais variáveis do modelo Ridge.

Tabela 53: Importância das Covariáveis (Ridge 1 mês à frente – 2º Ambiente)

Full Sample	Aparições	1970	Aparições	1980	Aparições	1990	Aparições	2000	Aparições	2010	Aparições	Recessões	Aparições
AAAFFM	358	CUSR0000SAOL2	92	CPIAPPSL	109	TB3SMFFM	90	AAAFFM	123	WPSID62	80	RPI	74
PERMITS	337	OILPRICEx	88	IPFUELS	107	HOUSTS	84	AWHMAN	96	BAAFFM	79	BAAFFM	67
RPI	335	IPFUELS	85	DTCOLNVHFNM	100	PERMITNE	83	PERMIT	84	T10YFFM	79	AAAFFM	57
AWHMAN	327	WPSID62	82	CPIMEDSL	92	TB6SMFFM	81	CES0600000007	81	AAAFFM	77	HOUSTS	54
PERMIT	319	CES3000000008	78	CES1021000001	76	AWHMAN	77	WPSFD49207	80	FEDFUNDS	73	CONSPI	53
BAAFFM	319	RPI	77	RPI	75	PERMITS	74	PERMITS	73	S&P div yield	68	DTCOLNVHFNM	51
IPFUELS	318	FEDFUNDS	77	PERMITNE	74	USFIRE	73	BAAFFM	73	EXSZUSx	68	WPSFD49207	50
PERMITNE	318	EXCAUSx	77	CES3000000008	73	AAAFFM	73	RPI	72	PERMIT	63	INVEST	50
FEDFUNDS	318	EXSZUSx	76	FEDFUNDS	73	MANEMP	71	W875RX1	71	HOUSTMW	63	CPIAPPSL	48
HOUSTS	317	BAAFFM	75	BUSINVx	70	T10YFFM	70	HOUSTS	68	DTCOLNVHFNM	63	PPICMIM	48
CES0600000007	308	HOUSTW	75	DDURRG3M0865BEA	69	NONBORRES	70	TB3SMFFM	65	IPCONGD	62	UEMP15T26	46
DTCOLNVHFNM	301	WPSID61	73	IPB51222S	68	ANDENox	68	CPITRNSL	65	PERMITW	62	GS10	46
T10YFFM	293	GS10	71	VXOCLx	68	BUSINVx	67	GS10	64	BUSINVx	61	FEDFUNDS	45
GS10	283	HOUSTS	70	HWI	67	PPICMIM	65	M1SL	62	UEMPLTS	60	USTRADEx	45
WPSID62	275	CES0600000007	70	TB3SMFFM	67	IPMANSICS	65	IPFUELS	61	USWTRADE	60	BUSINVx	44
PERMITW	273	CUSR0000SAC	70	PERMIT	66	HWI	64	HOUST	58	PERMITNE	59	AWHMAN	44
BUSINVx	272	CONSPI	69	UEMPMEAN	66	DMANEMP	64	WPSFD49502	58	VXOCLx	59	DTCOHNM	44
HWI	266	PERMITS	67	PERMITS	65	HOUSTNE	63	USFIRE	57	CLAIMSx	59	CUSR0000SAOL2	44
HOUST	266	CLF16OV	66	CLAIMSx	64	M2REAL	63	PERMITMW	56	PERMITS	58	CPIMEDSL	44
CES1021000001	264	USTRADEx	66	CUSR0000SAD	63	RPI	62	PCEPI	56	HOUST	58	W875RX1	44
PERMITMW	261	TSYFFM	62	OILPRICEx	62	CUMFNS	61	PERMITNE	55	PERMITMW	58	PERMIT	43
VXOCLx	261	NONREVSL	62	CES0600000007	60	USTRADEx	61	IPFINAL	55	TWEXMMTH	57	CUSR0000SAD	43
CPIAPPSL	260	PERMITW	61	WPSFD49207	59	PERMITMW	61	RETAILx	55	DMANEMP	57	IPCONGD	42
CLAIMSx	258	HWI	61	IPDMAT	59	IPCONGD	61	UEMP15T26	55	UEMP15T26	56	PERMITMW	42
HOUSTW	256	DTCOLNVHFNM	60	CUMFNS	59	VXOCLx	60	EXCAUSx	54	MANEMP	56	CPITRNSL	42

O segmento econômico que possui maior poder preditivo para o IP é o *Housing*. Do ponto de vista econômico podemos pensar que o setor imobiliário responde primeiro a expansões que depois são acompanhadas pela produção industrial e também desaquecem mais rápido ao início de uma recessão. O segmento esteve mais representado nas décadas de 2000 e 2010 o que nos remete a crise do *subprime* e a importância do setor para a economia americana no período.

Após o segmento de *Housing*, o segmento econômico mais representado é o *Interest and exchange rates*. Da mesma forma que ocorre no primeiro ambiente o prêmio de risco corporate medido pelo AAFFM está no topo das variáveis

explicativas<sup>13</sup>, além deste, o prêmio de risco medido pelo BAAFFM também está. Taxas relacionadas ao FED FUNDS como: Effective Federal Funds Rate, 10-Year Treasury C Minus FEDFUNDS, 10-Year Treasury Rate também possuem caráter preditivo relevante e a taxa de câmbio: *Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate* (relevante na década de 70 e 2010). A relação com a taxa de câmbio suíça aparentemente é um *conundrum*, entretanto como a Suíça tem uma moeda forte, uma explicação pode estar relacionada de a moeda suíça ser a única capaz de captar uma desvalorização cambial americana. Olhando com mais detalhe, os períodos que este dado está mais presente são nas previsões de 1975, 1977, 2009 e 2010, de fato ocorre uma desvalorização predominante nestes períodos, entretanto entre 85 e 89 há uma desvalorização relevante que de certa forma não impacta o IP, pois a variável não é relevante neste período.

As variáveis do mercado de trabalho também tem uma importância relevante e tem 5 variáveis presentes entre as TOP 25 mais importantes da amostra, dentre delas 2 que trazem uma certa obviedade e são captadas pelo processo de seleção de variáveis do modelo: Avg Weekly Hours : Manufacturing; e Avg Weekly Hours : Goods-Producing. De fato, espera-se que horas trabalhadas no segmento tenham poder preditivo da produção final. Além destes o índice: Help-Wanted Index for United States, All Employees: Mining and Logging: Mining, Initial Claims constam entre as variáveis principais.

O próprio segmento não tem uma presença relevante, mas tem 2 variáveis principais com elevado sentido econômico: Real Personal Income; e IP: Fuels. A produção de combustível é core para o IP e está relacionada com toda a cadeia produtiva. E empresários tendem a tomar a decisão de produção conforme observam a renda pessoal.

Os demais segmentos possuem menos representatividade com apenas 1 ou 2 variáveis figurando entre os TOP 25: Prices (*PPI: Crude Materials, e CPI : Apparel*); Money and credit (com: *Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding*); Consumption, orders, and inventories (com: *Total Business Inventories*); Stock

---

<sup>13</sup> Um ponto interessante deste aspecto é que esta variável é uma das poucas escolhidas da data base do FRED para o Ambiente 1. Ao escrever o presente artigo eu rodei o algoritmo das previsões out-of-sample no ambiente 1 primeiro. O motivo da minha escolha foi o fundamento econômico que se provou correto com estas técnicas de Machine Learning.



market(com VXO). Todas as variáveis com algum sentido econômico, com destaque para a volatilidade implícita presente no ambiente 1<sup>14</sup>, e o estoque de dívida de consumidores de veículos. Esta última variável está presente nas TOP 25 em quase todas as décadas, um achado neste mar de variáveis.

Tabela 54: Importância das Covariáveis (Ridge 2 meses à frente – 2º Ambiente)

Full Sample	Aparições	1970	Aparições	1980	Aparições	1990	Aparições	2000	Aparições	2010	Aparições	Recessões	Aparições
HOUSTS	351	DTCOLNVHFN	116	IPFUELS	107	HOUSTS	91	BAAFFM	111	HOUSTMW	84	DTCOLNVHFN	87
HOUST	339	CUSR0000SAOL2	105	IPB51222S	101	PERMITS	90	MISL	89	AAAFFM	80	BAAFFM	60
HOUSTW	335	HOUSTW	97	CPIAPPSL	96	AWHMAN	89	PERMIT	85	HOUST	76	IPB51222S	59
PERMIT	330	OILPRICEx	87	CRIMEDSL	96	HOUST	84	TSYFFM	79	HOUSTW	67	BUSINVx	58
RPI	327	RPI	86	CES1021000001	88	HWI	83	RPI	78	T10YFFM	66	RPI	56
DTCOLNVHFN	322	HOUSTS	79	DTCOLNVHFN	82	PERMITNE	81	AAAFFM	77	COMPAPFFx	66	WPSFD49207	56
AWHMAN	318	CUSR0000SAC	78	MZMSL	82	MANEMP	81	HOUSTS	76	PERMIT	65	HOUSTS	55
PERMITS	308	GS10	77	DTCTHFN	81	TSYFFM	74	UEMP15T26	71	PERMITS	65	CPIAPPSL	55
BAAFFM	302	W875RX1	76	ISRATIOx	76	ANDENOx	73	WPSFD49207	71	PERMITNE	64	T10YFFM	52
CPIAPPSL	302	USTRADEx	75	UEMPSTO14	74	INDPRO	70	HOUST	69	CPIULFSL	64	W875RX1	52
TSYFFM	293	WPSID62	73	BUSINVx	73	HOUSTMW	68	T10YFFM	69	RPI	62	USGOVT	52
PERMITNE	292	CONSPI	72	WPSID61	72	PERMIT	64	CES0600000007	68	WPSID62	62	HOUST	50
AAAFFM	291	AWHMAN	71	CONSPI	70	GS10	64	AWHMAN	67	CPITRNSL	61	CONSPI	50
CONSPI	289	BAAFFM	70	RETAILx	70	T10YFFM	64	NDMANEMP	65	PERMITW	60	GS10	50
T10YFFM	288	IPB51222S	70	VXOCLSx	69	TB3SMFFM	63	IPFINAL	64	PAYEMS	60	CLAIMSx	49
IPFUELS	287	IPNCONGD	69	IPNMAT	66	MISL	63	PERMITNE	61	HOUSTS	59	CES0600000007	49
GS10	283	CES2000000008	65	CMRMTSPx	66	IPDCONGD	62	USGOOD	61	TB3MS	59	HOUSTW	48
WPSID62	280	CPIAUCLSL	63	SRVPRD	63	AMBSL	62	CONSPI	61	MANEMP	59	USTRADEx	48
PERMITW	278	CPIAPPSL	62	PPICMM	61	AMDMUOx	61	GS10	60	USGOOD	58	CPITRNSL	45
WPSID61	270	CES0600000007	61	USCONS	61	REALLN	61	PERMITW	60	WPSID61	58	WPSID61	45
HOUSTMW	267	DDURRG3M086SBEA	61	CLF16OV	58	W875RX1	60	PERMITS	58	EXSZUSx	57	ISRATIOx	45
IPB51222S	265	UEMPSTO14	60	BAA	58	HOUSTW	58	HOUSTW	58	PERMITMW	57	UEMP15T26	45
W875RX1	264	PERMIT	59	DDURRG3M086SBEA	57	BUSLOANS	58	TB6SMFFM	58	AMBSL	57	DDURRG3M086SBEA	44
MISL	262	HOUST	57	PERMIT	57	AAAFFM	58	CES0600000008	58	DNDGRG3M086SBEA	55	CUSR0000SAD	44
CUSR0000SAOL2	262	T10YFFM	57	AMDMUOx	56	IPFUELS	57	TB3SMFFM	57	USFIRE	54	VXOCLSx	43

Tabela 55: Importância das Covariáveis (Ridge 3 meses à frente – 2º Ambiente)

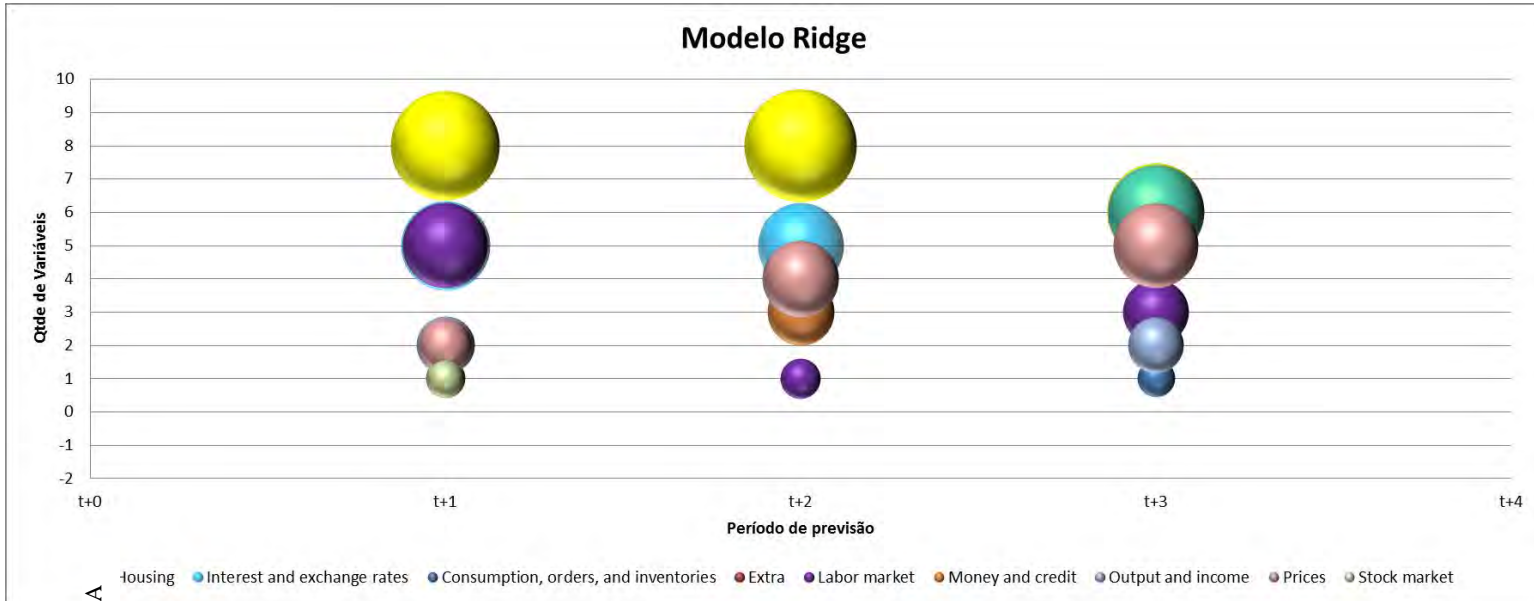
Full Sample	Aparições	1970	Aparições	1980	Aparições	1990	Aparições	2000	Aparições	2010	Aparições	Recessões	Aparições
IPFUELS	339	OILPRICEx	112	IPFUELS	139	AWHMAN	91	BAAFFM	107	TB3SMFFM	106	DTCOLNVHFN	75
HOUST	332	GS10	98	CPITRNSL	131	PERMIT	85	AAAFFM	94	AMBSL	85	BAAFFM	74
HOUSTW	322	DTCOLNVHFN	97	CES1021000001	88	PERMITW	82	CES0600000007	89	T10YFFM	78	IPFUELS	55
PERMITS	319	WPSID62	94	WPSID62	86	HOUSTS	78	TSYFFM	86	BAAFFM	77	VXOCLSx	52
BAAFFM	317	HOUSTW	93	IPB51222S	86	MANEMP	77	RPI	80	AAAFFM	77	GS10	52
PERMIT	316	W875RX1	83	UEMP15T26	83	USTRADEx	73	PERMIT	78	MANEMP	74	USTRADEx	51
WPSID62	316	PERMITS	77	BUSLOANS	82	HWI	72	MISL	78	TSYFFM	71	AAAFFM	50
CPITRNSL	307	PERMITW	74	DTCOLNVHFN	80	DMANEMP	72	CONSPI	78	DNDGRG3M086SBEA	67	HOUST	48
TB3SMFFM	298	IPNCONGD	73	CPIAPPSL	78	TSYFFM	69	TB6SMFFM	69	HOUST	64	IPBUSEQ	47
DTCOLNVHFN	298	UEMPSTO14	70	CRIMEDSL	77	IPFNSS	66	HOUSTW	69	NONBORRES	64	USGOVT	46
PERMITW	297	DDURRG3M086SBEA	68	WPSID61	76	CE16OV	66	IPMANSICS	68	PERMITS	63	ISRATIOx	46
USTRADEx	294	EXSZUSx	68	DDURRG3M086SBEA	74	T1YFFM	65	AWHMAN	66	GS1	63	CES0600000007	45
GS10	289	HOUST	67	PPICMM	67	INDPRO	64	HOUSTS	65	USTRADEx	62	W875RX1	44
T10YFFM	288	CUSR0000SAC	67	MZMSL	72	DTCOLNVHFN	63	PERMITMW	65	DMANEMP	61	IPB51222S	44
AWHMAN	284	CPIAPPSL	67	BUSINVx	71	TB6SMFFM	63	IPBUSEQ	65	MZMSL	59	DNDGRG3M086SBEA	43
AAAFFM	283	USTRADEx	65	SRVPRD	70	CPIMEDSL	62	WPSFD49207	64	TOTRESNS	58	RETAILx	43
OILPRICEx	281	CES1021000001	65	CUSR0000SAD	70	USGOOD	62	T10YFFM	63	CLAIMSx	56	CES1021000001	43
BUSINVx	275	AAA	64	HOUST	69	HOUSTW	61	IPCONGD	63	CPIAPPSL	56	RPI	43
W875RX1	274	CES3000000008	63	IPFNSS	65	CUMFNS	61	DNDGRG3M086SBEA	62	CUSR0000SAC	55	CUSR0000SAC	42
HOUSTS	274	IPFUELS	60	CONSPI	64	TB3SMFFM	61	HOUST	61	INDPRO	55	MISL	42
CUSR0000SAC	273	REALLN	60	CPIULFSL	63	IPMANSICS	61	W875RX1	61	HOUSTNE	54	CUSR0000SAD	42
MANEMP	270	HWI	59	S&P: indust	63	PERMITMW	61	CUSR0000SAOL2	60	PAYEMS	53	IPNMAT	42
MISL	269	CES0600000007	58	DNDGRG3M086SBEA	61	NDMANEMP	61	T1YFFM	59	MISL	52	UEMPLTS	41
DNDGRG3M086SBEA	264	SRVPRD	58	AMDMNOx	61	PERMITS	60	TB3SMFFM	59	UEMPLTS	52	PERMITMW	41

Há pequenas mudanças para 2 e 3 meses à frente, para 2 meses à frente o segmento *Housing* permanece como o mais importante, e na sequência o segmento *Interest and exchange rates*. Entretanto, o mercado de trabalho perde um pouco a relevância e o próprio segmento e Prices ganham relevância com 4 variáveis cada constando no TOP 25. O gráfico abaixo traz uma melhor visualização para a mudança na dinâmica dos modelos de previsão em relação aos Betas (o tamanho da bola é a soma das quantidades de variáveis de cada setor, por

<sup>14</sup> Ocorreu o equivalente ao observado na nota acima.

exemplo o segmento housing teve 8 variáveis nos modelos de previsão de 1 mês a frente, 8 para 2 meses à frente e 6 para 3 meses à frente).

Gráfico 30: Importância Preditiva dos setores Econômicos - Ridge



Abaixo seguem as principais variáveis do modelo Random Forest:

Tabela 56: Importância das Covariáveis (Random Forest 1 mês à frente – 2º Ambiente)

Full Sample	Aparições	1970	Aparições	1980	Aparições	1990	Aparições	2000	Aparições	2010	Aparições	Recessões	Aparições
HWI	657	M2REAL	269	HWI	288	CPIMEDSL	148	USWTRADE	225	COMPAPFFx	296	M2REAL	143
TB3SMFFM	619	AAAFFM	246	TB3SMFFM	160	HWI	145	T1YFFM	168	TB6SMFFM	228	M2SL	121
TB6SMFFM	590	M2SL	238	PERMITW	155	CES1021000001	144	IPDMAT	129	TB3SMFFM	215	AAAFFM	108
T1YFFM	570	BAAFFM	164	CES1021000001	151	HWIURATIO	137	IPMANRICS	126	T1YFFM	184	HWI	90
COMPAPFFx	520	HWI	139	TB6SMFFM	140	CPIULFSL	112	IPBUSEQ	106	TB3MS	168	TB6SMFFM	81
M2REAL	475	TB3SMFFM	132	HWIURATIO	123	HOUSTMW	111	S&P: indust	97	TB6MS	164	T1YFFM	81
HWIURATIO	433	TB6SMFFM	126	USTRATE	123	PERMITMW	96	COMPAPFFx	88	CLAIMSx	140	BAAFFM	75
CES1021000001	425	DDURRG3M086SBEA	117	BAAFFM	117	BUSINVx	90	CONSPI	84	Mkt-RF	120	USCONS	59
M2SL	403	PERMITNE	108	PAYEMS	115	CUSR0000SAS	84	BUSINVx	83	CMRMTSPxLx	111	TB3SMFFM	58
USWTRADE	399	T10YFFM	98	HOUSTW	114	WPSID62	83	CPIMEDSL	81	GS1	107	CES1021000001	58
CPIMEDSL	394	USCONS	97	DCTCHFNM	113	CPIAUCSL	81	CUMFNS	80	CUSR0000SAS	85	USWTRADE	55
AAAFFM	376	TSYFFM	95	PERMITMW	106	NDMANEMP	81	FEDFUNDS	76	WPSID61	82	IPDMAT	54
IPDMAT	364	BAA	90	M2REAL	101	DSERRG3M086SBEA	75	IPFINAL	73	HWIURATIO	80	T10YFFM	53
CLAIMSx	356	T1YFFM	89	BUSLOANS	97	OILPRICEx	75	INDPRO	72	Uncertain	78	PERMITNE	53
TB6MS	319	CPITRNSL	88	INVEST	97	UEMP15OV	71	OILPRICEx	71	IPDMAT	76	HOUST	53
CMRMTSPxLx	318	S&P: indust	84	CPIMEDSL	96	PPICMM	71	CLAIMSx	71	T10YFFM	76	BUSINVx	50
INVEST	317	CP3Mx	84	T10YFFM	95	USCONS	70	UEMP15T26	69	FEDFUNDS	72	DDURRG3M086SBEA	50
T10YFFM	314	CPIULFSL	82	HOUSTMW	89	TB3SMFFM	67	IPDCONGD	68	VXOCLSx	71	HWIURATIO	49
TB3MS	310	CONSPI	67	AAAFFM	87	DPCCERA3M086SBEA	66	USCONS	67	INVEST	65	CPIAUCSL	48
BAAFFM	309	IPDMAT	66	USGOVT	86	CES3000000008	65	INVEST	66	UEMP15T26	64	PERMITW	48
BUSINVx	305	WPSID62	65	DMANEMP	84	T1YFFM	64	TWEXMMTH	66	IPMANRICS	63	CUSR0000SAS	46
Mkt-RF	285	COMPAPFFx	64	MANEMP	83	DDURRG3M086SBEA	63	TB3MS	66	IPMAT	60	CLAIMSx	44
CUSR0000SAS	281	M2MSL	59	PERMITS	82	S&P PE ratio	63	NONREVSL	65	NONBORRES	56	INVEST	44
CONSPI	276	BUSLOANS	59	CPIAUCSL	74	CES0600000008	62	Mkt-RF	65	EXCAUSx	55	M2MSL	43
FEDFUNDS	272	HWIURATIO	57	HOUSTNE	72	NONBORRES	61	TB6MS	64	RPI	52	CUSR0000SAD	43

O modelo Random Forest no ambiente 2 foi o que apresentou o menor erro médio em todas as 3 métricas testadas, o segmento econômico que demonstra ter o maior poder preditivo para o IP é o *Interest and exchange rates*, as variáveis são: 6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS; 3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS; 1-Year Treasury C Minus FEDFUNDS; 3-Month Commercial Paper Minus FEDFUNDS; Moody's Aaa Corporate Bond Minus FEDFUNDS; 3-

Month Treasury Bill; 6-Month Treasury Bill; Moody's Baa Corporate Bond Minus FEDFUNDS; 10-Year Treasury C Minus FEDFUNDS; Effective Federal Funds Rate. Um bom sinal para os defensores da política monetária, a principal conclusão que poderíamos ter é que há uma relação não linear (dado este modelo) entre taxas de juros e prêmios de mercado com a produção industrial.

O mercado de trabalho tem 5 variáveis entre as TOP 25, sendo a Help-Wanted Index for United States a variável com mais ocorrência neste modelo. Esta variável também estava presente na modelagem Ridge com um maior poder preditivo.

O 3º segmento econômico mais importante *Money and credit*, traz uma interpretação interessante, o segmento era extremamente relevante para prever o IP na década de 70 com o *Real M2 Money Stock*, e o *M2 Money Stock*, entretanto ambos vão perdendo a sua importância ao longo do tempo. Seria mais uma demonstração da relação não linear da política monetária com a produção industrial, como o instrumento da política monetária mudou da década de 1980 em diante estas variáveis perderam a sua importância.

As demais variáveis mais importantes estão distribuídas nos seguintes segmentos: *Prices* (com *CPI: Medical Care*, e *CPI : Services*), *Consumption, orders, and inventories* (com *Real Manu. and Trade Industries Sales; Total Business Inventories*), *Output and income* (com *IP: Durable Materials*); *Stock market*(com *Risk Premiun*). Algumas com uma relação econômica mais intuitiva como o prêmio de risco, o IP de bens duráveis, Vendas de indústrias, Estoque total, e não temos uma interpretação econômica mais direta no caso dos indicadores de inflação de outros setores. Nesta modelagem o segmento *Housing*, não tem relevância preditiva em quase nenhum período (na verdade apenas na década de 80 com 6 variáveis, na década de 70 com uma variável e na década de 90 com 2) o oposto do ocorrido na modelagem Ridge.

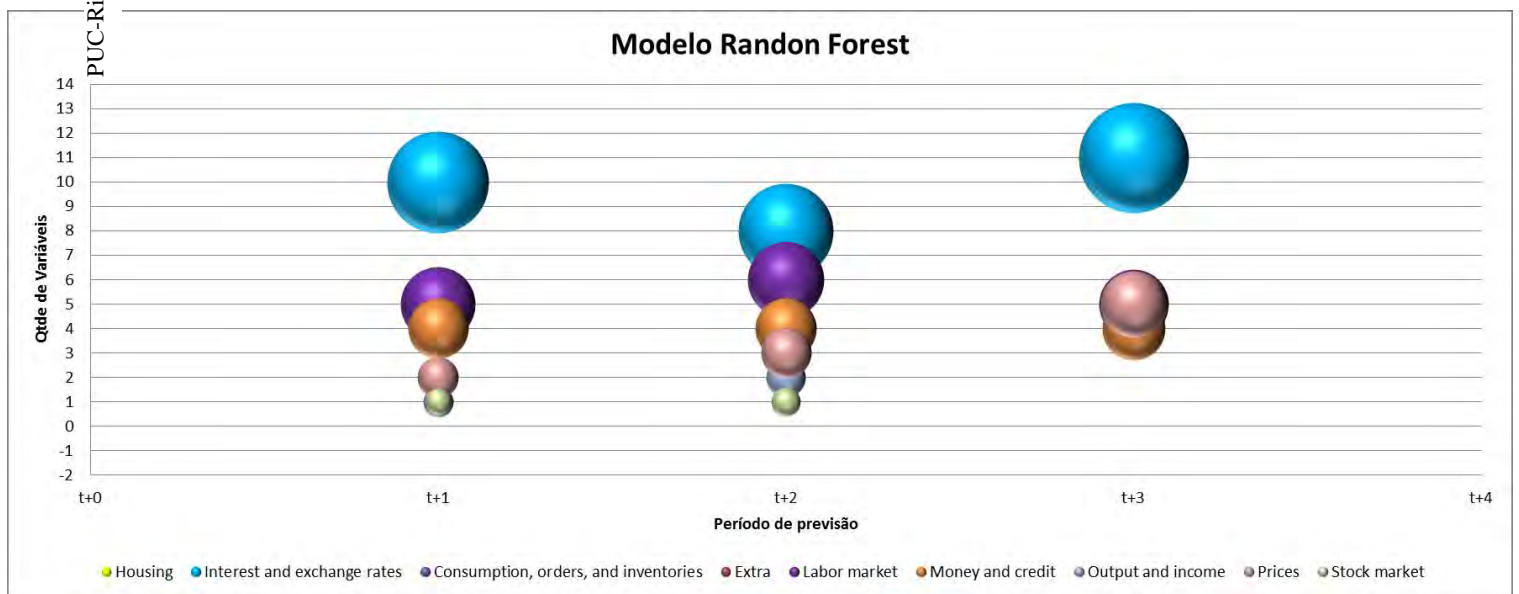
Tabela 57: Importância das Covariáveis (Random Forest 2 meses à frente – 2º Ambiente)

Full Sample	Aparições	1970	Aparições	1980	Aparições	1990	Aparições	2000	Aparições	2010	Aparições	Recessões	Aparições
TB6SMFFM	630	M2SL	266	HWI	210	CES1021000001	191	USWTRADE	194	COMPAPFFx	298	M2REAL	126
T1YFFM	599	AAAFFM	259	CES1021000001	185	HWI	165	T1YFFM	165	TB6SMFFM	271	M2SL	104
TB3SMFFM	589	M2REAL	250	CPIMEDSL	164	CPIMEDSL	154	IPMANSICS	121	T1YFFM	235	AAAFFM	95
HWI	567	BAAFFM	180	BAAFFM	134	CPULFSL	131	IPDMAT	109	TB3SMFFM	230	T1YFFM	83
COMPAPFFx	513	TB6SMFFM	146	CUSR0000SAD	132	CPIAUCSL	97	S&P: indust	105	TB3MS	201	HWI	83
CES1021000001	511	TB3SMFFM	130	PAYEMS	129	USCONS	81	OILPRICEx	93	TB6MS	180	BAAFFM	79
M2REAL	466	PERMITNE	126	PERMITMW	128	UEMP15OV	77	CONSPI	90	CLAIMSx	161	CES1021000001	71
CPIMEDSL	450	T10YFFM	108	BUSLOANS	121	DPCERA3M086SBEA	77	HOUSTNE	83	Mkt-RF	144	TB6SMFFM	67
M2SL	422	HWI	99	TB3SMFFM	118	PPICMM	72	CPIMEDSL	82	CMRMTSPxLx	116	DDURRG3M086SBEA	60
AAAFFM	413	TSYFFM	99	T10YFFM	115	CUSR0000SAS	70	HWI	77	GS1	110	PERMITNE	59
BAAFFM	355	DDURRG3M086SBEA	96	DTCTHFNM	108	HWIURATIO	69	USCONS	77	HWIURATIO	89	CPIMEDSL	59
IPDMAT	354	BAA	89	INVEST	106	AMBSL	69	NONREVSL	76	IPMANSICS	86	T10YFFM	58
USWTRADE	345	S&P: indust	88	CPIAUCSL	105	USGOVT	67	CUMFNS	76	IPDMAT	84	USCONS	57
CLAIMSx	330	T1YFFM	87	AAAFFM	101	HOUSTNE	65	CES1021000001	75	Uncertain	79	TB3SMFFM	55
Mkt-RF	328	CPITRNSL	80	M2REAL	97	UEMP27OV	65	TWEXMMTH	73	FEDFUNDS	75	IPDMAT	54
TB3MS	320	CONSPI	79	USGOVT	99	TB6SMFFM	64	Mkt-RF	70	AAA	74	AAA	49
HWIURATIO	314	USCONS	78	HOUSTMW	96	BUSINvx	64	IPDCONGD	70	WPSID61	67	TSYFFM	49
INVEST	311	WPSID62	71	TB6SMFFM	91	MZMSL	64	IPBUSEQ	63	IPMAT	66	CPIAUCSL	49
CMRMTSPxLx	305	CP3Mx	71	CMRMTSPxLx	75	T1YFFM	63	IPMAT	62	RPI	59	PAYEMS	49
TB6MS	306	CPULFSL	69	HOUSTNE	73	REALLN	63	Uncertain	61	USGOVT	56	CUSR0000SAD	49
CONSPI	298	COMPAPFFx	67	HOUST	78	ANDENox	63	ANDENox	59	VXOCLx	54	INVEST	46
USGOVT	295	IPDMAT	60	SRVPRD	72	DSERRG3M086SBEA	62	CLAIMSx	59	IPNMT	51	HOUST	46
IPMAT	289	MZMSL	60	CES060000007	72	AMDMUOx	61	TB6SMFFM	58	CONSPI	50	HWIURATIO	45
CPULFSL	287	CUSR0000SAOL5	60	UEMP15OV	70	S&P PE ratio	61	INVEST	58	ACOGNO	47	BUSLOANS	45
CPIAUCSL	285	RPI	59	COMPAPFFx	69	AMDMDNOx	60	IPFINAL	58	USFIRE	45	HOUSTW	45

Tabela 58: Importância das Covariáveis (Random Forest 3 meses à frente – 2º Ambiente)

Full Sample	Aparições	1970	Aparições	1980	Aparições	1990	Aparições	2000	Aparições	2010	Aparições	Recessões	Aparições
TB3SMFFM	699	M2REAL	266	CES1021000001	216	CES1021000001	212	USWTRADE	177	TB6SMFFM	389	M2REAL	126
TB6SMFFM	691	M2SL	262	CUSR0000SAD	196	CPIMEDSL	156	T1YFFM	161	T1YFFM	289	M2SL	106
T1YFFM	641	AAAFFM	245	CPIMEDSL	192	HWI	149	S&P: indust	120	TB3SMFFM	272	AAAFFM	89
CES1021000001	557	BAAFFM	199	BUSLOANS	164	CPULFSL	110	OILPRICEx	93	COMPAPFFx	253	BAAFFM	76
COMPAPFFx	500	TB3SMFFM	133	TB3SMFFM	141	CPIAUCSL	102	IPDMAT	91	TB3MS	202	CES1021000001	73
M2REAL	482	TB6SMFFM	132	BAAFFM	140	HWIURATIO	87	HOUSTNE	87	TB6MS	176	DDURRG3M086SBEA	73
CPIMEDSL	482	DDURRG3M086SBEA	110	AAAFFM	139	TB3SMFFM	86	IPMANSICS	87	GS1	118	T1YFFM	72
M2SL	478	T10YFFM	109	HWI	139	USGOVT	83	HWI	84	Uncertain	112	T10YFFM	66
HWI	471	CONSPI	108	PAYEMS	129	AMBSL	80	Mkt-RF	84	CLAIMSx	101	TB3SMFFM	65
AAAFFM	430	PERMITNE	108	T10YFFM	118	BUSINvx	76	USFIRE	82	TSYFFM	96	HWI	65
BAAFFM	406	TSYFFM	105	M2REAL	117	CUSR0000SAS	76	USCONS	81	HWIURATIO	92	CUSR0000SAD	63
CUSR0000SAD	350	T1YFFM	103	CPIAUCSL	112	HOUSTNE	73	TWEXMMTH	76	CUSR0000SAS	91	TB6SMFFM	61
TSYFFM	344	BAA	99	INVEST	110	PPICMM	73	REALLN	72	Mkt-RF	83	USCONS	58
INVEST	343	CPITRNSL	94	DDURRG3M086SBEA	102	REALLN	73	IPNMT	69	FEDFUNDS	70	CPIMEDSL	58
TB3MS	337	CPULFSL	90	COMPAPFFx	92	DSERRG3M086SBEA	70	TB3SMFFM	67	IPMANSICS	68	PERMITNE	57
USWTRADE	334	CP3Mx	87	BAA	85	PCEPI	69	TB6SMFFM	67	EXCACUSx	63	CPIAUCSL	57
BUSLOANS	328	USCONS	81	SRVPRD	83	INVEST	68	INVEST	64	VXOCLx	54	BAA	55
DDURRG3M086SBEA	326	MZMSL	81	WPSID61	82	INVEST	64	CES1021000001	63	INVEST	53	IPDMAT	51
T10YFFM	318	S&P: indust	77	M2SL	76	UEMP15OV	64	CPIMEDSL	63	CES060000007	51	S&P: indust	48
CPIAUCSL	304	HWI	75	USGOVT	75	NZMANEMP	64	TB3MS	61	IPMAT	50	TSYFFM	47
USCONS	297	COMPAPFFx	71	DSERRG3M086SBEA	74	MZMSL	63	CUMFNS	61	RPI	48	BUSLOANS	47
TB6MS	297	WPSID62	70	RPI	71	USCONS	63	IPFUELS	60	CES060000008	47	CONSPI	45
USGOVT	295	BUSLOANS	67	AMDMDUOx	69	CES300000008	63	AAA	59	TOTRESNS	44	MZMSL	45
BAA	294	M1SL	61	IPDMAT	67	IPMAT	61	FEDFUNDS	58	USGOVT	44	HOUSTNE	44
CPULFSL	293	IPDMAT	56	BUSINvx	65	M2SL	60	CLAIMSx	57	CONSPI	41	COMPAPFFx	43

Gráfico 31: Importância Preditiva dos setores Econômicos – Random Forest



Após as tabelas acima e do gráfico podemos observar que o padrão da importância das variáveis permanece com padrão parecido com segmento econômico *Interest and exchange rates* sendo o principal, seguido pelo mercado de Trabalho e pelo *Money and credit*, o segmento *Prices* tem um destaque maior nas previsões de 3 meses a frente.

Abaixo as variáveis principais do modelo Bagging:

Tabela 59: Importância das Covariáveis (Bagging 1 mês à frente – 2º Ambiente)

Full Sample	Aparições	1970	Aparições	1980	Aparições	1990	Aparições	2000	Aparições	2010	Aparições	Recessões	Aparições
W875RX1	299	W875RX1	83	W875RX1	70	FEDFUNDS	76	UEMPLTS	94	IPNMAT	69	RP1	54
FEDFUNDS	292	TB6MS	71	EXUSUKx	70	CE16OV	71	AMDNIJ0x	70	WPBUSEQ	68	IPCONGD	53
UEMP27OV	285	USWTRADE	70	CLAIMSx	68	S&P div yield	71	FEDFUNDS	67	DPCCERA3M086SBEA	66	IPDCONGD	49
UEMPLT5	279	IPCONGD	68	CES3000000008	65	REALLN	71	ANDEN0x	63	ANDEN0x	65	S&P PE ratio	49
CE16OV	275	AWHMAN	68	INDPRO	64	USGOVT	67	CUMFNS	63	IPCONGD	65	WPSFD49502	49
REALLN	274	WPSFD49207	67	UEMP27OV	63	M2REAL	67	AMBSL	62	GSS	64	W875RX1	47
GSS	271	S&P PE ratio	67	USTPU	62	IPDMAT	67	ISRATIOx	61	HIWI	63	UEMPLTS	47
EXUSUKx	270	INDPRO	67	WPSFD49207	63	UMCSENTx	66	UEMPMEAN	60	IPFUELS	61	COMSPI	47
DSERRG3M086SBEA	268	AMDMNOx	66	DSERRG3M086SBEA	61	TWEXMMTH	65	AAA	60	W875RX1	59	EXUSUKx	46
IPCNGD	267	RETAILx	63	GS1	61	NONBORRES	64	PERMIT	60	UEMP27OV	57	REALLN	46
WPSFD49207	266	GSS	62	HOUSTS	61	IPB51222S	64	WPSID61	59	M2REAL	57	USGOOD	45
AWHMAN	265	DSERRG3M086SBEA	62	DTCTHENM	61	DNDGRG3M086SBEA	62	WPSFD49502	59	UEMP15OV	57	FEDFUNDS	45
M1SL	265	CP3Mx	61	CE16OV	60	HOUSTS	61	WPSFD49207	59	TSYFFM	56	TB6MS	45
CP3Mx	264	CES3000000008	61	USTRADEx	60	WPSID62	61	GS1	59	USFIRE	56	USTRADEx	44
USTRADEx	262	REALLN	60	CPIAPPSL	60	EXSZUSx	61	TB6MS	57	BUSLOANS	56	IPFUELS	43
M2REAL	262	CLSR0000SAC	60	UEMPLTS	60	HIWI	61	IPFUELS	57	AWOTMAN	56	USCONS	43
USFIRE	261	AMBSL	59	UEMP15OV	59	UEMP27OV	60	HOUSTMW	56	EXUSUKx	55	CMRMTSPx	43
ISRATIOx	260	FEDFUNDS	58	CLSR0000SAS	59	HIWURATIO	60	CPIULFSL	56	USGOOD	55	CLSR0000SA0L2	42
BUSLOANS	260	M2SL	58	CPITRNSL	59	CONSPI	58	CE16OV	55	TWEXMMTH	55	GSS	41
USGOVT	258	RPI	58	UEMPSTO14	58	PERMITS	58	EXUSUKx	55	USCONS	55	UEMP15OV	41
UEMP15OV	257	IPNCONGD	57	PAYEMS	58	GSS	58	TSYFFM	55	CLSR0000SAD	55	CP3Mx	41
IPFUELS	256	UNRATE	57	TOTRESNS	58	WPSID61	58	DNDGRG3M086SBEA	54	M1SL	54	M2SL	41
AMBSL	255	CE16OV	56	Mkt-RF	58	EXIPLSx	57	UEMP27OV	54	CPIAPPSL	54	HOUSTMW	41
HOUSTMW	253	M1SL	56	CUMFNS	58	RETAILx	57	HIWURATIO	54	EXSZUSx	54	TSYFFM	40
RETAILx	250	BUSLOANS	56	S&P div yield	58	DSERRG3M086SBEA	56	M2SL	54	NONREVSL	53	TB3SMFFM	40

O Mercado de trabalho com 8 variáveis (Civilians Unemployed for 27 Weeks and Over; Civilians Unemployed - Less Than 5 Weeks; Civilian Employment; Avg Weekly Hours : Manufacturing; All Employees: Retail Trade; All Employees: Financial Activities; All Employees: Government; Civilians Unemployed - 15 Weeks & Over) e *Money and credit* com 5 variáveis são os segmentos principais desta modelagem (Real Estate Loans at All Commercial Banks; M1 Money Stock; Real M2 Money Stock; Commercial and Industrial Loans; St. Louis Adjusted Monetary Base) são os segmentos com mais relevância preditiva neste modelo.

Entretanto, da mesma forma que ocorre no ambiente 1, a estrutura do algoritmo da modelagem bagging traz uma menor interpretação. Como já foi dito a modelagem traz a média dos betas em 1000 amostras bootstrap. Ao trazer a média dos Betas o processo de escolha das variáveis traz um racional oposto do ocorrido no processo de maximização do Ridge e Random Forest, ao invés de se penalizar as variáveis que possam trazer *noise* na estimação, o *noise* é minimizado através das médias mantendo-se as variáveis. Desta forma, a tendência observada

não é tão clara nas variáveis que estão no TOP25, pois a quantidade de aparições varia menos entre si. Quando olhamos os modelos nos diferentes pontos de estimação abaixo, a importância de cada setor muda consideravelmente.

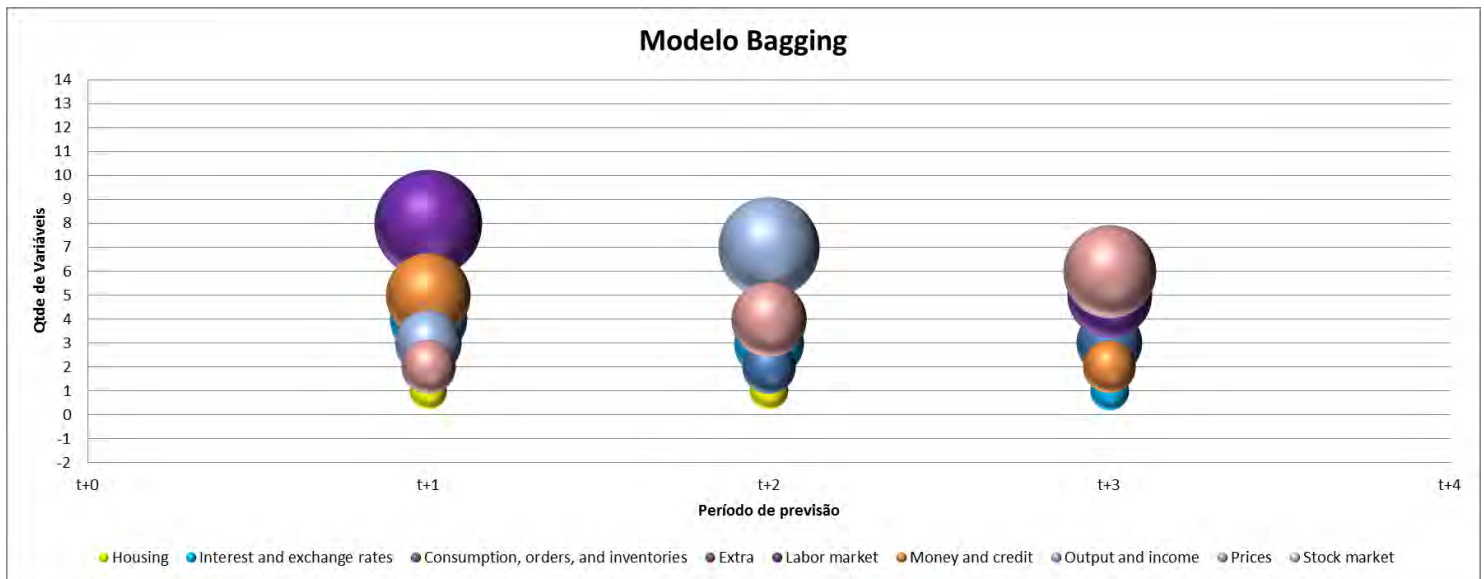
Tabela 60: Importância das Covariáveis (Bagging 2 meses à frente – 2º Ambiente)

Full Sample	Aparições	1970	Aparições	1980	Aparições	1990	Aparições	2000	Aparições	2010	Aparições	Recessões	Aparições
GS5	323	CES060000007	74	W875RX1	83	PERMITMW	79	WPSFD49207	71	CE16OV	67	W875RX1	65
BAA	293	GS5	70	AAA	83	GS5	73	BAAFFM	71	UEMPLT5	67	BAA	50
W875RX1	290	CMRMTSPx	70	IPMANSCS	80	MZMSL	73	CUMFNS	68	CPIAPPSL	65	WPSFD49207	50
AAA	283	BAA	67	CUSR0000SAC	75	CPITRNSL	73	AWHMAN	68	IPBUSEQ	63	CMRMTSPx	50
IPCONGD	281	IPFPNS5	67	DDURRG3M086SBEA	71	IPDMAT	70	USTRAD	67	GS5	62	INDPRO	47
IPMANSCS	278	UEMP15OV	66	UEMP15OV	66	PCEPI	66	CUSR0000SAC	66	IPDCONGD	62	DSERRG3M086SBEA	47
CUMFNS	268	IPFINAL	65	IPCONGD	66	MZSL	66	TB3SMFFM	66	EXSZUSx	61	PERMITMW	47
IPDCONGD	266	W875RX1	64	RPI	65	REALLN	65	BAA	65	AMDINOx	61	IPMANSCS	46
USFIRE	264	S&P PE ratio	64	CUMFNS	65	CUSR0000SAD	62	HWI	65	ISRATIOx	60	AMDMUOx	46
WPSFD49207	264	DPCCERA3M086SBEA	63	TOTRESNS	65	CES1021000001	62	ANDENOx	64	BAA	58	AAA	45
AMDINOx	263	DPCCERA3M086SBEA	62	CMRMTSPx	64	IPCONGD	61	IPCONGD	63	M2REAL	57	S&P PE ratio	45
UEMP27OV	260	IPMAT	62	WPSFD49502	62	UEMP27OV	59	IPNMAT	62	PAYEMS	57	CUSR0000SAOL2	45
CUSR0000SAC	260	HOUTMMW	61	GS5	61	IPCONGD	58	M1SL	61	USWTRADE	57	AMDINOx	44
UEMP15OV	259	TB6MS	61	DPCCERA3M086SBEA	61	AMBSL	58	MANEMP	61	UEMP27OV	57	CUSR0000SAS	44
REALLN	259	HOUTS	60	HOUTS	61	PERMITNE	57	GS10	61	IPB51222S	56	TB6MS	44
MZMSL	259	HWI	60	UEMPLT5	61	USGOVT	56	PERMITMW	60	AAA	55	DPCCERA3M086SBEA	43
HOUTS	258	T10YFFM	60	REALLN	60	FEDFUNDS	55	TB6SMFFM	60	PPICMM	55	BUSLOANS	43
INDPRO	257	INDPRO	59	S&P: indust	59	PERMIT	55	TB3MS	59	TWEXMMTH	54	IPMAT	43
M2REAL	257	USTPU	59	FEDFUNDS	59	CES2000000008	55	ISRATIOx	59	AAAFFM	53	HOUTMMW	43
CUSR0000SAD	257	PPICMM	59	BUSLOANS	58	M1SL	54	CONSPI	59	IPMANSCS	53	IPDCONGD	42
CMRMTSPx	256	S&P 500	59	DNDGRG3M086SBEA	58	W875RX1	53	GS5	57	CUSR0000SAD	53	USFIRE	42
USTRAD	255	USFIRE	58	CUSR0000SAS	58	NONBORRES	53	AMDINOx	57	CLF16OV	53	UEMP15OV	42
CPITRNSL	255	REALLN	58	CONSPI	58	PAYEMS	53	WPSID61	57	EXJPLUSx	53	WPSFD49502	42
IPFINAL	253	RPI	58	DSERRG3M086SBEA	57	UEMPST014	53	HOUT	57	AWOTMAN	53	EXCAUSx	41
MZSL	253	TB3MS	58	INDPRO	57	EXJPLUSx	53	S&P div yield	56	DPCCERA3M086SBEA	53	USTPU	40

Tabela 61: Importância das Covariáveis (Bagging 3 meses à frente – 2º Ambiente)

Full Sample	Aparições	1970	Aparições	1980	Aparições	1990	Aparições	2000	Aparições	2010	Aparições	Recessões	Aparições
CMRMTSPx	281	IPFINAL	89	INDPRO	81	IPBUSEQ	71	IPCONGD	68	CE16OV	76	INDPRO	64
DNDGRG3M086SBEA	280	CMRMTSPx	73	W875RX1	77	USGOVT	68	DSERRG3M086SBEA	67	GS5	67	CLF16OV	50
INDPRO	279	RPI	73	DNDGRG3M086SBEA	77	CLF16OV	68	BAAFFM	66	PERMITMW	65	DSERRG3M086SBEA	50
GS5	275	TB6MS	71	RPI	74	CES1021000001	65	CES0600000007	64	WPSID62	65	WPSFD49207	49
USCONS	274	CUSR0000SAD	70	FEDFUNDS	73	USCONS	65	USCONS	63	CPITRNSL	63	CMRMTSPx	47
IPFINAL	272	HWI	67	IPFINAL	71	PERMITS	63	CUSR0000SAC	63	M2REAL	61	USTPU	46
IPCONGD	269	INDPRO	66	WPSFD49207	70	IPDCONGD	62	MZSL	61	AAAFFM	58	GS1	46
USGOVT	263	GS5	65	WPSID62	65	USFIRE	61	CMRMTSPx	61	AMBSL	58	RPI	46
CLF16OV	259	IPCONGD	65	BUSINVx	63	S&P 500	61	IPNMAT	61	WPSID61	58	IPFINAL	45
ISRATIOx	259	CPIAUCSL	65	UEMP27OV	63	USWTRADE	61	CPIAUCSL	61	HOUTMMW	57	FEDFUNDS	45
UEMP15OV	258	USTPU	63	AWHMAN	62	HWURATIO	60	GS10	59	NONREVSL	56	CONSPI	45
WPSID62	258	IPCONGD	62	UEMP1526	62	UEMPLT5	60	WPSFD49502	59	UEMP15OV	56	REALLN	45
IPNCONGD	256	IPCONGD	61	IPDMAT	62	DTCOLNVHFNH	60	ISRATIOx	59	ISRATIOx	55	CPITRNSL	44
HOUT	256	COMPAPFFx	61	DPCCERA3M086SBEA	62	UNRATE	59	GS1	59	CES1021000001	54	USTRAD	44
MZSL	256	W875RX1	60	UEMPST014	61	CUSR0000SAOL2	59	DPCCERA3M086SBEA	58	EXJPLUSx	53	TB3MS	44
CUSR0000SAC	256	IPMANSCS	60	PCEPI	61	T1YFFM	59	USGOOD	58	RETAILx	53	IPFUELS	43
IPFPNS5	255	DMANEMP	60	EXSZUSx	61	GS10	59	CES0600000008	58	CUSR0000SAS	52	MZMSL	43
USFIRE	255	DNDGRG3M086SBEA	59	RETAILx	60	MZSL	57	AAAFFM	58	M1SL	52	IPDMAT	43
W875RX1	253	IPFPNS5	59	USFIRE	60	IPFPNS5	56	IPMAT	57	IPB51222S	52	USCONS	42
DSERRG3M086SBEA	252	TB3MS	59	DDURRG3M086SBEA	60	HOUTS	56	IPCONGD	57	ANDENOx	51	TSYFFM	42
RETAILx	251	CUSR0000SAOL2	58	HOUT	59	UEMP15OV	56	CES2000000008	57	USGOVT	51	CES3000000008	42
HOUTS	250	CONSPI	58	UNRATE	58	CES3000000008	56	TB3SMFFM	57	IPCONGD	50	IPCONGD	42
CPIAUCSL	250	MZMSL	57	CONSPI	58	BUSLOANS	56	CUSR0000SAOLS	57	CUMFNS	50	CES0600000007	41
CUSR0000SAOL2	250	WPSFD49502	57	MZSL	58	PERMITMW	56	T1YFFM	56	CPIAPPSL	50	IPMANSCS	41
NONBORRES	249	AMDMUOx	56	TB3SMFFM	58	WPSFD49207	55	USTRAD	56	IPFUELS	50	IPCONGD	40

Gráfico 32: Importância Preditiva dos setores Econômicos –Bagging



### A5.2.2 Relevância das defasagens<sup>15</sup>

Abaixo seguem as defasagens que possuem maior poder preditivo ao IP nas diferentes modelagens, começando pelo modelo Ridge.

Tabela 62: Importância das defasagens (Ridge 1 mês à frente)

Defasagens												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1ª	t-13	t-13	t-13	t-8	t-11	t-13	t-10	t-13	t-8	t-8	t-5	t-12
2ª	t-11	t-8	t-11	t-11	t-12	t-10	t-1	t-1	t-4	t-7	t-13	t-13
3ª	t-8	t-3	t-7	t-6	t-13	t-5	t-12	t-6	t-13	t-5	t-6	t-9
Qtde de Aparições												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1ª	2436	505	478	499	485	519	525	565	553	560	439	393
2ª	2347	494	475	488	481	490	523	556	544	507	435	369
3ª	2341	477	471	472	479	483	522	507	541	504	428	358

Tabela 63: Importância das defasagens (Ridge 2 meses à frente)

Defasagens												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1ª	t-12	t-3	t-11	t-5	t-12	t-11	t-10	t-2	t-7	t-7	t-12	t-11
2ª	t-9	t-9	t-3	t-9	t-5	t-8	t-9	t-5	t-11	t-6	t-13	t-5
3ª	t-11	t-12	t-10	t-10	t-10	t-2	t-8	t-10	t-8	t-4	t-4	t-6
Qtde de Aparições												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1ª	2333	481	488	480	478	477	554	541	553	523	479	412
2ª	2330	474	477	468	477	474	538	505	509	494	468	363
3ª	2314	469	473	465	473	470	501	497	509	491	463	346

<sup>15</sup> O modelo bagging não terá esta análise, pois devido ao grande número de variáveis a otimização da ferramenta só foi possível utilizando-se apenas 3 defasagens de todas as variáveis deste ambiente.

Tabela 64: Importância das defasagens (Ridge 3 meses à frente)

Defasagens												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1º	t-11	t-11	t-6	t-10	t-9	t-2	t-8	t-11	t-6	t-5	t-11	t-10
2º	t-9	t-6	t-11	t-8	t-8	t-5	t-4	t-4	t-7	t-2	t-8	t-4
3º	t-8	t-4	t-7	t-9	t-7	t-9	t-9	t-2	t-8	t-3	t-5	t-5
Qtde de Aparições												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1º	2381	501	485	506	491	512	583	546	541	516	511	378
2º	2361	501	483	504	486	479	488	545	515	507	451	369
3º	2342	450	479	491	482	469	482	538	500	504	434	355

Diferente do ocorrido no ambiente 1, os sinais econômicos a respeito do IP aparecem com uma antecedência maior e melhor distribuído entre as defasagens. Não há um sinal claro a respeito de algum *lag* predominante como observado para o ambiente 1 (o trimestre imediatamente anterior).

Tabela 65: Top 10 variáveis modelo Ridge

Ranking	Ridge T+1	Ridge T+2	Ridge T+3
1º	Real Personal Income_t-2	Real Personal Income_t-1	PPI: Crude Materials_t-7
2º	Avg Hourly Earnings: Manufacturing_t-1	Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding_t-5	3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS_t-7
3º	PPI: Crude Materials_t-9	All Employees: Mining and Logging: Mining_t-2	Real personal income ex transfer receipts_t-6
4º	Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding_t-3	CPI: All Items Less Food_t-3	Crude Oil, spliced WTI and Cushing_t-8
5º	Total Nonrevolving Credit_t-1	Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding_t-2	10-Year Treasury Rate_t-8
6º	10-Year Treasury Rate_t-10	IP: Fuels_t-10	All Employees: Mining and Logging: Mining_t-1
7º	Moody's Aaa Corporate Bond Minus FEDFUNDS_t-10	10-Year Treasury Rate_t-9	Help-Wanted Index for United States_t-6
8º	Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate_t-1	IP: Nondurable Materials_t-2	IP: Fuels_t-9
9º	IP: Fuels_t-11	Housing Starts, West_t-4	Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding_t-1
10º	Help-Wanted Index for United States_t-8	Help-Wanted Index for United States_t-7	Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding_t-4

Apesar do segmento *Housing* ser o mais importante neste modelo, há apenas uma variável sozinha do segmento constando no TOP 10 acima. Em azul estão marcadas as variáveis que estão fora do trimestre prévio ao momento de estimação de cada modelo. Informação de taxas de juros começam a sinalizar com 7 meses há um ano de antecedência os resultados no IP (equivalente ao observado no ambiente 1). De certa forma confirmando aspectos referentes à política monetária e a relação entre o mercado de juros e o mercado produtivo.

Abaixo a importância das defasagens do modelo Random Forest:

Tabela 66: Importância das defasagens (Random Forest 1 mês à frente)

Defasagens												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1º	t-1	t-1	t-1	t-1	t-1	t-1	t-7	t-1	t-1	t-1	t-2	t-1
2º	t-2	t-2	t-2	t-2	t-2	t-2	t-6	t-2	t-2	t-2	t-1	t-2
3º	t-5	t-5	t-3	t-3	t-3	t-10	t-5	t-3	t-4	t-3	t-12	t-5
Qtde de Aparições												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1º	4346	1357	958	776	640	615	737	1382	974	922	665	635
2º	3373	849	732	621	599	572	664	963	518	784	585	550
3º	2420	586	487	482	472	490	630	537	484	610	525	395



Tabela 67: Importância das defasagens (Random Forest 2 meses à frente)

Defasagens												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1º	t-1	t-1	t-1	t-1	t-1	t-1	t-6	t-1	t-1	t-1	t-1	t-1
2º	t-2	t-4	t-2	t-2	t-2	t-2	t-5	t-2	t-3	t-2	t-2	t-4
3º	t-4	t-2	t-3	t-3	t-3	t-3	t-4	t-4	t-13	t-4	t-11	t-3
Qtde de Aparições												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1º	4179	1245	877	776	641	640	780	1401	671	894	768	628
2º	2750	744	562	540	520	500	748	668	548	728	550	425
3º	2693	628	560	515	468	474	629	623	499	497	550	377

Tabela 68: Importância das defasagens (Random Forest 3 meses à frente)

Defasagens												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1º	t-1	t-3	t-1	t-1	t-1	t-1	t-5	t-1	t-13	t-1	t-1	t-2
2º	t-3	t-1	t-2	t-2	t-2	t-2	t-4	t-3	t-2	t-3	t-10	t-3
3º	t-2	t-2	t-3	t-3	t-4	t-4	t-3	t-2	t-1	t-13	t-3	t-1
Qtde de Aparições												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1º	3309	873	700	631	568	551	765	1134	675	726	580	475
2º	2860	859	590	602	530	506	756	716	563	543	566	466
3º	2771	543	579	511	486	476	650	676	535	508	547	458

Tabela 69: Top 10 variáveis modelo Random Forest

Ranking	Randon Forest T+1		Randon Forest T+2		Randon Forest T+3	
1º	Help-Wanted Index for United States_t-1	153	Help-Wanted Index for United States_t-1	154	CPI : Medical Care_t-2	151
2º	Real Manu. and Trade Industries Sales_t-2	146	Real Manu. and Trade Industries Sales_t-1	140	3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS_t-3	144
3º	6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS_t-1	142	6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS_t-3	133	CPI : Medical Care_t-3	136
4º	Ratio of Help Wanted/No. Unemployed_t-1	139	Ratio of Help Wanted/No. Unemployed_t-1	128	Moody's Aaa Corporate Bond Minus FEDFUNDS_t-5	130
5º	Housing Starts, West_t-1	135	Housing Starts, West_t-1	123	6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS_t-2	123
6º	New Private Housing Permits, West (SAAR)_t-1	135	New Private Housing Permits, West (SAAR)_t-2	123	3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS_t-10	122
7º	3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS_t-2	134	3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS_t-6	119	M2 Money Stock_t-4	119
8º	Help-Wanted Index for United States_t-2	131	Help-Wanted Index for United States_t-4	118	All Employees: Mining and Logging: Mining_t-8	119
9º	All Employees: Retail Trade_t-1	128	All Employees: Retail Trade_t-4	118	3-Month Commercial Paper Minus FEDFUNDS_t-1	113
10º	3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS_t-1	123	3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS_t-5	117	Help-Wanted Index for United States_t-1	111

Já para o modelo Random Forest as variáveis se concentram mais no trimestre imediato a previsão.

### A5.3 Terceiro Ambiente

#### A5.3.1 Seleção de variáveis

Neste ambiente que há a junção de variáveis do ambiente 1 e 2 será possível compreender aonde há mais informação relevante, se nas variáveis econômicas ou nas variáveis de mercado. Em amarelo são as variáveis que estavam em ambos os ambientes e as variáveis em vermelho são as variáveis do ambiente 1.

Abaixo as principais variáveis pelo modelo Ridge:

Tabela 70: Importância das Covariáveis (Ridge 1 meses à frente)

Full Sample	Aparições	1970	Aparições	1980	Aparições	1990	Aparições
New Private Housing Permits (SAAR)	600	Telcm	178	New Private Housing Permits (SAAR)	199	PPI: Crude Materials	157
Total Business Inventories	586	All Employees: Retail Trade	166	New Private Housing Permits, South (SAAR)	155	Initial Claims	149
New Private Housing Permits, South (SAAR)	566	Insur	155	PPI: Crude Materials	150	Help-Wanted Index for United States	137
Gold	557	Real personal income ex transfer receipts	147	Total Business Inventories	145	Total Business Inventories	135
Initial Claims	550	Total Business Inventories	146	All Employees: Wholesale Trade	145	Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding	134
CPI : Medical Care	542	Gold	146	CPI : Medical Care	133	Housing Starts: Total New Privately Owned	132
Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding	530	IP Index	143	Real M2 Money Stock	133	Oil	131
Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate	509	Nonrevolving consumer credit to Personal Income	137	IP Index	128	Gold	120
Util	508	Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate	133	Smoke	126	3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	120
PPI: Crude Materials	505	Txtls	128	M2 Money Stock	125	All Employees: Government	118
Telcm	503	Food	119	IP: Fuels	123	New Private Housing Permits, Northeast (SAAR)	115
Real personal income ex transfer receipts	495	Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding	114	Banks	121	Util	111
All Employees: Retail Trade	483	Real Personal Income	114	Agric	116	Real Manu. and Trade Industries Sales	105
Real Manu. and Trade Industries Sales	483	Beer	113	REst	111	Softw	104
6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	476	VXO	111	Oil	110	Real personal income ex transfer receipts	101
Nonrevolving consumer credit to Personal Income	475	Help-Wanted Index for United States	109	Gold	108	New Private Housing Permits, Midwest (SAAR)	100
IP: Fuels	474	Autos	108	All Employees: Retail Trade	105	Moody's Aaa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	100
Housing Starts: Total New Privately Owned	472	IP: Fuels	107	Autos	105	Trans	99
Oil	470	Initial Claims	105	Util	104	Coal	99
Agric	469	Smoke	105	VXO	101	Nonrevolving consumer credit to Personal Income	98
Insur	462	New Private Housing Permits, South (SAAR)	104	Initial Claims	100	New Private Housing Permits, South (SAAR)	96
Help-Wanted Index for United States	460	All Employees: Mining and Logging: Mining	102	Food	99	Avg Weekly Hours : Manufacturing	92
Real Personal Income	459	Oil	100	Housing Starts: Total New Privately Owned	98	3-Month Commercial Paper Minus FEDFUNDS	91
IP Index	457	Boxes	97	Real personal income ex transfer receipts	96	Housing Starts, West	91
All Employees: Government	454	Mines	97	Softw	96	Effective Federal Funds Rate	88

2000	Aparições	2010	Aparições	Recessões	Aparições
Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding	146	6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	194	Total Business Inventories	104
Util	139	Real Manu. and Trade Industries Sales	151	Gold	99
Moody's Aaa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	136	1-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	149	CPI : Medical Care	96
Agric	132	New Private Housing Permits (SAAR)	145	IP Index	96
Boxes	120	Housing Starts, West	125	New Private Housing Permits (SAAR)	90
Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate	114	New Private Housing Permits, West (SAAR)	125	All Employees: Wholesale Trade	90
Toys	113	CPI : Medical Care	122	All Employees: Government	89
All Employees: Mining and Logging: Mining	112	3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	109	Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding	87
CPI : Medical Care	111	Insur	109	Util	83
New Private Housing Permits, South (SAAR)	108	New Private Housing Permits, South (SAAR)	103	Food	83
Moody's Aaa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	105	Initial Claims	102	All Employees: Retail Trade	82
Housing Starts: Total New Privately Owned	104	Nonrevolving consumer credit to Personal Income	98	Oil	81
Guns	104	Real Personal Income	97	M2 Money Stock	81
Total Business Inventories	103	Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate	96	Txtls	80
New Private Housing Permits (SAAR)	102	10-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	96	New Private Housing Permits, South (SAAR)	79
PerSv	102	Toys	92	Telcm	79
Housing Starts, West	101	Hshld	90	PerSv	79
REst	99	IP: Fuels	90	Boxes	78
Txtls	99	Gold	87	Insur	77
Effective Federal Funds Rate	98	Banks	84	IP: Fuels	77
Drugs	98	Trans	83	Guns	77
3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	97	Telcm	83	Mines	73
Real Manu. and Trade Industries Sales	97	Real personal income ex transfer receipts	83	Agric	72
Gold	96	Ships	82	REst	72
Housing Starts, West	96	Softw	81	Initial Claims	70

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 171881/CA

Observamos uma ligeira superioridade na “escolha” de variáveis econômicas do ambiente 2, já em momentos de recessão as variáveis de mercado tendem a ter um poder preditivo maior para o IP. Neste ambiente, como há um conjunto de taxas, as variáveis AAFFM e T10YFFM perdem um pouco a sua importância (dividem o poder preditivo com outras variáveis deste mesmo segmento econômico). As variáveis de mercado mais importantes são Gold, Agric, e Oil, e em menor importância Telcm, Insur e Util. As demais variáveis observadas no ambiente 1 foram substituídas por variáveis do ambiente 2. O padrão observado das variáveis que ganham importância ou perdem importância no final da série não permaneceu com a mesma clareza que no ambiente 1 o setor Txtls permaneceu com um racional parecido mas com uma certa ambiguidade

aparecendo como importante ao prever o IP nos anos 2000. Os segmentos econômicos mais importantes tiveram uma pequena mudança Housing e Labor Market com 4 variáveis cada, na sequência Output and Income com 3 variáveis, e com 2 variáveis Consumption, orders, and inventories, Money and credit, Interest and exchange rates, e Prices. Destaque para as variáveis Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding e Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate que estão no topo a lista como variáveis principais permanecendo a tendência do ambiente 2, o segmento de Housing com maior importância nos anos 2000, e as variáveis de sentimento e incerteza que com a adição das variáveis econômicas do ambiente 2 em nenhum momento constam nas TOP 25.

Tabela 71: Importância das Covariáveis (Ridge 2 meses à frente)

Full Sample	Aparições	1970	Aparições	1980	Aparições	1990	Aparições
CPI : Medical Care	635	Telcm	183	Total Business Inventories	193	Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding	156
Gold	586	Total Business Inventories	164	CPI : Medical Care	175	Initial Claims	143
Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate	585	Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate	151	PPI: Crude Materials	173	All Employees: Government	143
Total Business Inventories	577	Beer	144	Gold	154	Housing Starts: Total New Privately Owned	141
Real Personal Income	538	IP Index	137	Agric	150	Help-Wanted Index for United States	138
Initial Claims	526	Real personal income ex transfer receipts	137	Oil	139	PPI: Crude Materials	135
6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	500	Nonrevolving consumer credit to Personal Income	134	IP: Fuels	134	Gold	131
Util	499	Real Personal Income	133	Softw	129	All Employees: Mining and Logging: Mining	125
Insur	495	Insur	126	New Private Housing Permits, West (SAAR)	127	Oil	123
Telcm	493	CPI : Medical Care	122	All Employees: Retail Trade	124	Real Manu. and Trade Industries Sales	123
Real Manu. and Trade Industries Sales	492	Ships	118	3-Month Commercial Paper Minus FEDFUNDS	124	Total Business Inventories	118
Nonrevolving consumer credit to Personal Income	491	All Employees: Retail Trade	115	IP Index	122	10-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	117
Housing Starts: Total New Privately Owned	488	Mines	114	M2 Money Stock	115	Banks	107
IP Index	485	Help-Wanted Index for United States	111	Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate	111	Housing Starts, South	104
Help-Wanted Index for United States	485	IP: Fuels	111	All Employees: Wholesale Trade	109	Moody's Baa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	103
New Private Housing Permits (SAAR)	485	Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding	108	Initial Claims	107	Coal	102
PPI: Crude Materials	478	Smoke	105	Banks	106	Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate	100
Banks	472	PerSv	103	LabEq	102	Avg Weekly Hours : Manufacturing	96
Oil	471	All Employees: Wholesale Trade	103	Real M2 Money Stock	100	Effective Federal Funds Rate	94
Real personal income ex transfer receipts	466	Gold	101	New Private Housing Permits, Midwest (SAAR)	99	Mines	94
Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding	464	All Employees: Government	97	New Private Housing Permits, South (SAAR)	98	Boxes	94
All Employees: Retail Trade	463	Agric	95	Real Personal Income	94	Real personal income ex transfer receipts	93
Agric	462	All Employees: Mining and Logging: Mining	95	Real Manu. and Trade Industries Sales	94	IP Index	91
All Employees: Mining and Logging: Mining	461	Initial Claims	92	Insur	91	Guns	91
All Employees: Government	454	Util	92	Smoke	91	Ships	91

2000	Aparições	2010	Aparições	Recessões	Aparições
Util	167	6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	233	CPI : Medical Care	130
Boxes	151	1-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	155	IP index	99
CPI : Medical Care	137	New Private Housing Permits (SAAR)	154	Gold	97
Moody's Aaa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	134	Real Personal Income	146	All Employees: Retail Trade	97
PerSv	131	Insur	128	Total Business Inventories	94
Drugs	126	CPI : Medical Care	116	All Employees: Wholesale Trade	94
Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate	121	Real Manu. and Trade Industries Sales	116	Oil	89
Gold	114	Hshld	116	M2 Money Stock	86
Moody's Baa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	114	Nonrevolving consumer credit to Personal Income	115	Initial Claims	84
Toys	114	3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	114	Real Manu. and Trade Industries Sales	83
LabEq	108	New Private Housing Permits, West (SAAR)	114	PPI: Crude Materials	82
Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding	107	Banks	109	Trans	79
Guns	107	Housing Starts: Total New Privately Owned	108	Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate	77
Real M2 Money Stock	105	Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate	102	Mines	77
Housing Starts: Total New Privately Owned	102	Initial Claims	98	Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding	77
RIEst	100	All Employees: Government	98	PerSv	77
Autos	98	New Private Housing Permits, Midwest (SAAR)	96	Telcm	76
All Employees: Retail Trade	96	Housing Starts, West	94	Smoke	75
Help-Wanted Index for United States	95	10-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	87	Agric	75
Chems	95	Housing Starts, Midwest	87	Food	75
Agric	94	Gold	86	RIEst	74
Txtls	93	Ships	86	Insur	73
Telcm	92	Guns	82	LabEq	72
New Private Housing Permits, Northeast (SAAR)	91	Softw	82	Autos	71
Housing Starts, West	91	Toys	80	Moody's Baa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	70

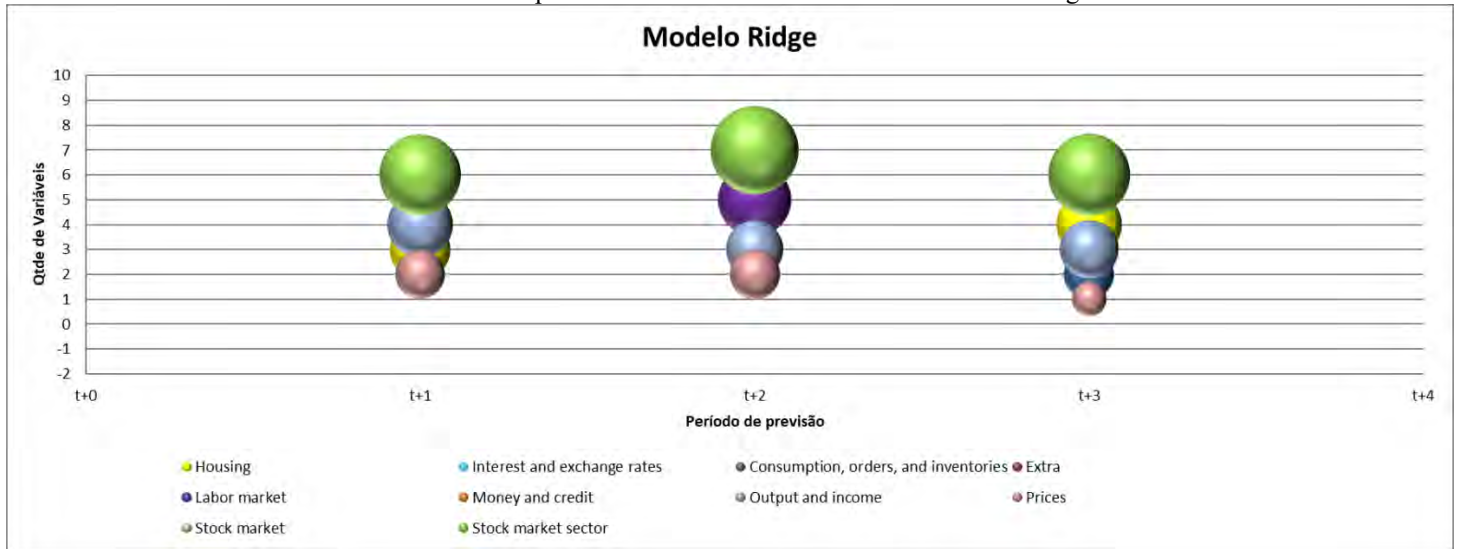
Tabela 72: Importância das Covariáveis (Ridge 3 meses à frente)

Full Sample	Aparições	1970	Aparições	1980	Aparições	1990	Aparições
Gold	593	Telcm	166	Oil	172	All Employees: Government	171
Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate	590	Total Business Inventories	155	Total Business Inventories	160	Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding	149
Total Business Inventories	556	Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate	146	Effective Federal Funds Rate	153	Initial Claims	147
Real Manu. and Trade Industries Sales	553	Gold	139	Gold	148	Ships	138
CPI : Medical Care	531	IP Index	135	New Private Housing Permits, South (SAAR)	136	Gold	135
Effective Federal Funds Rate	527	All Employees: Retail Trade	130	Softw	125	Help-Wanted Index for United States	135
All Employees: Mining and Logging: Mining	517	CPI : Medical Care	129	10-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	123	Housing Starts: Total New Privately Owned	133
IP Index	515	Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding	129	Real Personal Income	121	New Private Housing Permits, South (SAAR)	131
Real Personal Income	513	IP: Fuels	125	Moody's Baa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	119	All Employees: Mining and Logging: Mining	125
All Employees: Government	513	Smoke	125	All Employees: Retail Trade	118	Total Business Inventories	122
New Private Housing Permits, South (SAAR)	510	Beer	123	New Private Housing Permits (SAAR)	118	Coal	118
Oil	509	Agric	119	CPI : Medical Care	117	Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate	113
Initial Claims	499	All Employees: Wholesale Trade	118	All Employees: Wholesale Trade	117	Oil	110
IP: Fuels	498	Mines	118	PPI: Crude Materials	117	Effective Federal Funds Rate	109
Agric	498	Real personal income ex transfer receipts	117	Real personal income ex transfer receipts	113	10-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	109
Help-Wanted Index for United States	494	All Employees: Mining and Logging: Mining	116	Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate	110	Moody's Aaa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	104
Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding	484	Nonrevolving consumer credit to Personal Income	114	IP: Fuels	110	Guns	99
Ships	483	Real Personal Income	113	Real Manu. and Trade Industries Sales	107	Boxes	93
All Employees: Retail Trade	471	Help-Wanted Index for United States	111	Util	106	Housing Starts, South	93
Telcm	470	Ships	109	Agric	98	FabPr	92
New Private Housing Permits (SAAR)	468	All Employees: Government	104	All Employees: Mining and Logging: Mining	95	Real M2 Money Stock	91
Housing Starts: Total New Privately Owned	467	Banks	104	Toys	94	Real Personal Income	90
All Employees: Wholesale Trade	461	Oil	101	New Private Housing Permits, Midwest (SAAR)	94	Real Manu. and Trade Industries Sales	90
Toys	452	Insur	99	FabPr	94	Avg Weekly Hours : Manufacturing	90
New Private Housing Permits, Midwest (SAAR)	451	PerSv	98	PerSv	93	Smoke	88

2000	Aparições	2010	Aparições	Recessões	Aparições
Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate	143	Real Manu. and Trade Industries Sales	149	Real Manu. and Trade Industries Sales	115
Initial Claims	132	Real Personal Income	131	CPI : Medical Care	108
Boxes	130	6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	122	Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate	108
CPI : Medical Care	128	Hshld	118	IP Index	105
Drugs	127	1-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	115	Gold	97
Moody's Baa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	124	Trans	113	All Employees: Wholesale Trade	92
Moody's Baa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	123	IP Index	112	Oil	91
Real Manu. and Trade Industries Sales	120	New Private Housing Permits (SAAR)	110	Agric	88
PerSv	117	Aero	110	PerSv	88
IP Index	116	Housing Starts: Total New Privately Owned	108	Total Business Inventories	87
Help-Wanted Index for United States	111	New Private Housing Permits, West (SAAR)	108	All Employees: Retail Trade	86
Real M2 Money Stock	111	3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	107	Smoke	85
Toys	111	IP: Fuels	104	Telcm	84
LabEq	111	New Private Housing Permits, Midwest (SAAR)	102	Initial Claims	81
All Employees: Wholesale Trade	108	Agric	102	Food	81
Util	107	Initial Claims	101	Moody's Baa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	78
All Employees: Mining and Logging: Mining	106	10-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	96	Housing Starts, South	73
Autos	106	All Employees: Government	95	Ships	73
Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding	101	Housing Starts, Midwest	93	Help-Wanted Index for United States	73
New Private Housing Permits, Midwest (SAAR)	101	Housing Starts, South	92	Real Personal Income	72
Guns	100	New Private Housing Permits, South (SAAR)	90	All Employees: Mining and Logging: Mining	71
RIEst	100	Gold	89	Aero	70
Housing Starts, South	97	Effective Federal Funds Rate	87	Mines	69
Agric	97	Nonrevolving consumer credit to Personal Income	86	Boxes	69
Chems	95	Housing Starts, West	86	Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding	69

Poucas diferenças são observadas na estimação para 2 meses e 3 meses a frente como podemos observar no gráfico abaixo, apenas que os setores de mercado são mais presentes nas previsões de 3 meses adiante:

Gráfico 33: Importância Preditiva dos setores Econômicos – Ridge



Abaixo as variáveis mais importantes do modelo Random Forest.

Tabela 73: Importância das Covariáveis (Random Forest 1 meses à frente)

	Full Sample	Aparições	1970	Aparições	1980	Aparições	1990	Aparições
Help-Wanted Index for United States	905	Real M2 Money Stock	332	Help-Wanted Index for United States	353	CPI : Medical Care	271	
3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	904	M2 Money Stock	311	All Employees: Mining and Logging: Mining	225	Help-Wanted Index for United States	234	
1-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	897	Moody's Aaa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	293	3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	219	All Employees: Mining and Logging: Mining	217	
6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	833	Moody's Baa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	216	CPI : Medical Care	207	Consumer Sentiment Index	205	
3-Month Commercial Paper Minus FEDFUNDS	786	3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	196	New Private Housing Permits, West (SAAR)	201	New Private Housing Permits, Midwest (SAAR)	204	
All Employees: Wholesale Trade	779	6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	183	All Employees: Retail Trade	185	Housing Starts, Midwest	163	
CPI : Medical Care	725	Help-Wanted Index for United States	177	6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	182	Total Business Inventories	160	
Real M2 Money Stock	685	New Private Housing Permits, Northeast (SAAR)	160	Real M2 Money Stock	167	1-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	160	
All Employees: Mining and Logging: Mining	672	10-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	157	New Private Housing Permits, Midwest (SAAR)	162	All Employees: Wholesale Trade	129	
M2 Money Stock	607	1-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	141	Moody's Baa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	157	PPI: Crude Materials	120	
Effective Federal Funds Rate	594	Toys	135	Housing Starts, Midwest	145	All Employees: Government	106	
Total Business Inventories	570	Nonrevolving consumer credit to Personal Income	128	Housing Starts, West	142	Housing Starts, West	105	
Moody's Aaa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	554	5-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	127	New Private Housing Permits, South (SAAR)	140	Effective Federal Funds Rate	104	
New Private Housing Permits, Midwest (SAAR)	542	Banks	126	Total Business Inventories	133	New Private Housing Permits, West (SAAR)	102	
Initial Claims	531	3-Month Commercial Paper Minus FEDFUNDS	108	10-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	132	Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate	102	
Nonrevolving consumer credit to Personal Income	503	PPI: Crude Materials	105	Moody's Aaa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	131	3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	100	
All Employees: Wholesale Trade	496	Real Personal Income	101	3-Month Commercial Paper Minus FEDFUNDS	123	VXO	99	
IP Index	481	Util	100	Avg Weekly Hours : Manufacturing	120	IP Index	99	
Consumer Sentiment Index	480	Insur	97	1-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	119	Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding	97	
10-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	474	Autos	94	All Employees: Wholesale Trade	115	Drugs	95	
Housing Starts, West	459	Effective Federal Funds Rate	93	Nonrevolving consumer credit to Personal Income	112	6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	91	
Toys	456	Aero	91	Trans	112	RIEst	87	
PPI: Crude Materials	453	Food	91	Housing Starts: Total New Privately Owned	112	Real M2 Money Stock	86	
Moody's Baa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	452	IP Index	89	M2 Money Stock	106	Housing Starts: Total New Privately Owned	83	
New Private Housing Permits, West (SAAR)	446	PerSv	88	All Employees: Government	104	Autos	82	

2000	Aparições	2010	Aparições	Recessões	Aparições
All Employees: Wholesale Trade	361	3-Month Commercial Paper Minus FEDFUNDS	339	Real M2 Money Stock	174
1-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	242	3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	307	M2 Money Stock	149
Telcm	162	6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	271	Help-Wanted Index for United States	141
Consumer Sentiment Index	155	1-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	235	Moody's Aaa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	136
3-Month Commercial Paper Minus FEDFUNDS	154	Initial Claims	207	1-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	131
IP Index	152	Toys	166	6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	105
CPI : Medical Care	151	Effective Federal Funds Rate	156	CPI : Medical Care	104
Total Business Inventories	148	Aero	153	3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	101
Effective Federal Funds Rate	140	Telcm	138	All Employees: Wholesale Trade	98
Nonrevolving consumer credit to Personal Income	133	Real Manu. and Trade Industries Sales	136	Total Business Inventories	95
Uncertain Index	126	All Employees: Wholesale Trade	125	Moody's Baa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	93
Softw	125	Boxes	123	All Employees: Mining and Logging: Mining	90
All Employees: Mining and Logging: Mining	118	Banks	122	Effective Federal Funds Rate	86
LabEq	118	VXO	117	3-Month Commercial Paper Minus FEDFUNDS	85
6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	106	Insur	117	10-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	79
Initial Claims	106	Uncertain Index	103	IP Index	77
Help-Wanted Index for United States	100	All Employees: Retail Trade	99	VXO	74
RIEst	100	Trans	95	New Private Housing Permits, Northeast (SAAR)	73
New Private Housing Permits, West (SAAR)	96	10-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	89	Housing Starts: Total New Privately Owned	73
Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate	85	Real Personal Income	86	All Employees: Retail Trade	70
New Private Housing Permits, Midwest (SAAR)	84	Softw	81	Housing Starts, West	70
Housing Starts, Midwest	84	Nonrevolving consumer credit to Personal Income	78	New Private Housing Permits, West (SAAR)	70
3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	82	All Employees: Government	78	Real personal income ex transfer receipts	68
Aero	82	Txtls	75	Initial Claims	67
PPI: Crude Materials	81	Consumer Sentiment Index	74	5-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	65

Um primeiro ponto chama atenção é a quantidade de aparições das principais variáveis, neste modelo há menos dispersão (maior concentração) na escolha das variáveis principais em relação aos demais modelos. O principal setor neste modelo é *Interest and exchange rates* com 8 variáveis, o setor perde um pouco a importância na década de 90 mantendo o racional da grande moderação. Neste modelo o índice de incerteza e o sentimento do consumidor permanecem importantes principalmente nos anos 2000 e 2010. Na década de 70 as variáveis relacionadas ao M2 permaneceram extremamente relevantes para o período. Em relação aos setores de mercado o segmento *Softw* obteve o mesmo padrão de ganhar importância no fim da série, entretanto as variáveis do ambiente 1 tiveram menos espaço na junção dos ambientes e somente com o segmento Toys configurando no TOP 25 de toda série para esta modelagem. Os demais segmentos foram *Labor Market* com 5 variáveis, Money and credit e Housing com 3 variáveis, Prices e Consumption, orders, and inventories com 2 variáveis e o próprio segmento com as defasagens do IP. As variáveis das previsões para 2 e 3 meses a frente seguem abaixo, também com pouca alteração no processo de seleção.

Tabela 74: Importância das Covariáveis (Random Forest 2 meses à frente)

Full Sample	Aparições	1970	Aparições	1980	Aparições	1990	Aparições
1-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	938	Real M2 Money Stock	338	All Employees: Mining and Logging: Mining	267	CPI : Medical Care	272
6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	888	M2 Money Stock	327	Help-Wanted Index for United States	256	All Employees: Mining and Logging: Mining	239
3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	877	Moody's Aaa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	293	CPI : Medical Care	238	Help-Wanted Index for United States	216
3-Month Commercial Paper Minus FEDFUNDS	760	Moody's Baa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	225	3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	191	Total Business Inventories	158
Help-Wanted Index for United States	758	3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	186	Moody's Baa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	185	1-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	148
CPI : Medical Care	728	New Private Housing Permits, Northeast (SAAR)	158	10-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	178	New Private Housing Permits, Midwest (SAAR)	139
Real M2 Money Stock	716	6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	152	Real M2 Money Stock	177	6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	130
All Employees: Mining and Logging: Mining	701	10-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	151	New Private Housing Permits, Midwest (SAAR)	173	Housing Starts, Midwest	126
All Employees: Wholesale Trade	661	Help-Wanted Index for United States	143	All Employees: Wholesale Trade	163	3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	123
M2 Money Stock	646	Banks	143	Housing Starts, Midwest	154	New Private Housing Permits (SAAR)	112
Moody's Aaa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	603	1-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	135	Total Business Inventories	143	New Private Housing Permits, West (SAAR)	109
New Private Housing Permits, Northeast (SAAR)	527	Toys	129	New Private Housing Permits, Northeast (SAAR)	142	All Employees: Government	103
Erective Federal Funds Rate	521	Nonrevolving consumer credit to Personal Income	120	Moody's Aaa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	138	Moody's Aaa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	101
Total Business Inventories	517	5-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	119	6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	134	Toys	101
Moody's Baa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	507	Util	110	3-Month Commercial Paper Minus FEDFUNDS	131	Real M2 Money Stock	100
Toys	484	3-Month Commercial Paper Minus FEDFUNDS	104	Avg Weekly Hours : Manufacturing	124	VIX	99
Initial Claims	468	PPI: Crude Materials	102	New Private Housing Permits, South (SAAR)	112	New Private Housing Permits, Northeast (SAAR)	98
Nonrevolving consumer credit to Personal Income	466	Aero	98	New Private Housing Permits, West (SAAR)	112	Housing Starts, West	98
10-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	465	Food	97	M2 Money Stock	107	Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding	95
Banks	459	FabPr	94	All Employees: Government	107	All Employees: Wholesale Trade	93
Telcm	459	Autos	90	Trans	107	IP Index	93
New Private Housing Permits, Midwest (SAAR)	457	Real Personal Income	86	Housing Starts: Total New Privately Owned	104	Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate	92
Real Manu. and Trade Industries Sales	450	Real personal income ex transfer receipts	86	Real Manu. and Trade Industries Sales	103	PerSv	92
All Employees: Government	450	Erective Federal Funds Rate	85	Nonrevolving consumer credit to Personal Income	102	Fin	91
IP Index	442	Insur	81	All Employees: Retail Trade	102	Consumer Sentiment Index	91

2000	Aparições	2010	Aparições	Recessões	Aparições
All Employees: Wholesale Trade	304	3-Month Commercial Paper Minus FEDFUNDS	366	Real M2 Money Stock	172
1-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	252	6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	345	M2 Money Stock	154
Telcm	151	1-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	306	1-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	137
Consumer Sentiment Index	148	3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	291	Moody's Aaa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	126
Nonrevolving consumer credit to Personal Income	143	Initial Claims	193	Help-Wanted Index for United States	117
IP Index	140	Toys	160	Moody's Baa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	109
CPI : Medical Care	137	Effective Federal Funds Rate	157	3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	101
LabEq	132	Aero	150	All Employees: Mining and Logging: Mining	98
6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	127	Telcm	148	10-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	97
Softw	117	Real Manu. and Trade Industries Sales	133	6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	93
Help-Wanted Index for United States	116	Banks	128	CPI : Medical Care	93
Effective Federal Funds Rate	111	Boxes	125	New Private Housing Permits, Northeast (SAAR)	84
All Employees: Mining and Logging: Mining	107	Insur	124	All Employees: Wholesale Trade	81
3-Month Commercial Paper Minus FEDFUNDS	98	VXO	104	5-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	81
Uncertain Index	96	Trans	99	VXO	77
Initial Claims	95	Real Personal Income	97	Effective Federal Funds Rate	76
New Private Housing Permits, West (SAAR)	93	Uncertain Index	96	Total Business Inventories	76
M2 Money Stock	93	Txtlts	89	Banks	75
RIEst	92	IP Index	87	Initial Claims	74
New Private Housing Permits, Northeast (SAAR)	91	All Employees: Government	84	3-Month Commercial Paper Minus FEDFUNDS	73
All Employees: Government	90	Fin	78	Nonrevolving consumer credit to Personal Income	73
Util	89	LabEq	76	Telcm	72
Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate	87	Food	76	Util	70
Oil	87	RIEst	73	PPI: Crude Materials	66
Total Business Inventories	86	Softw	69	Housing Starts, West	63

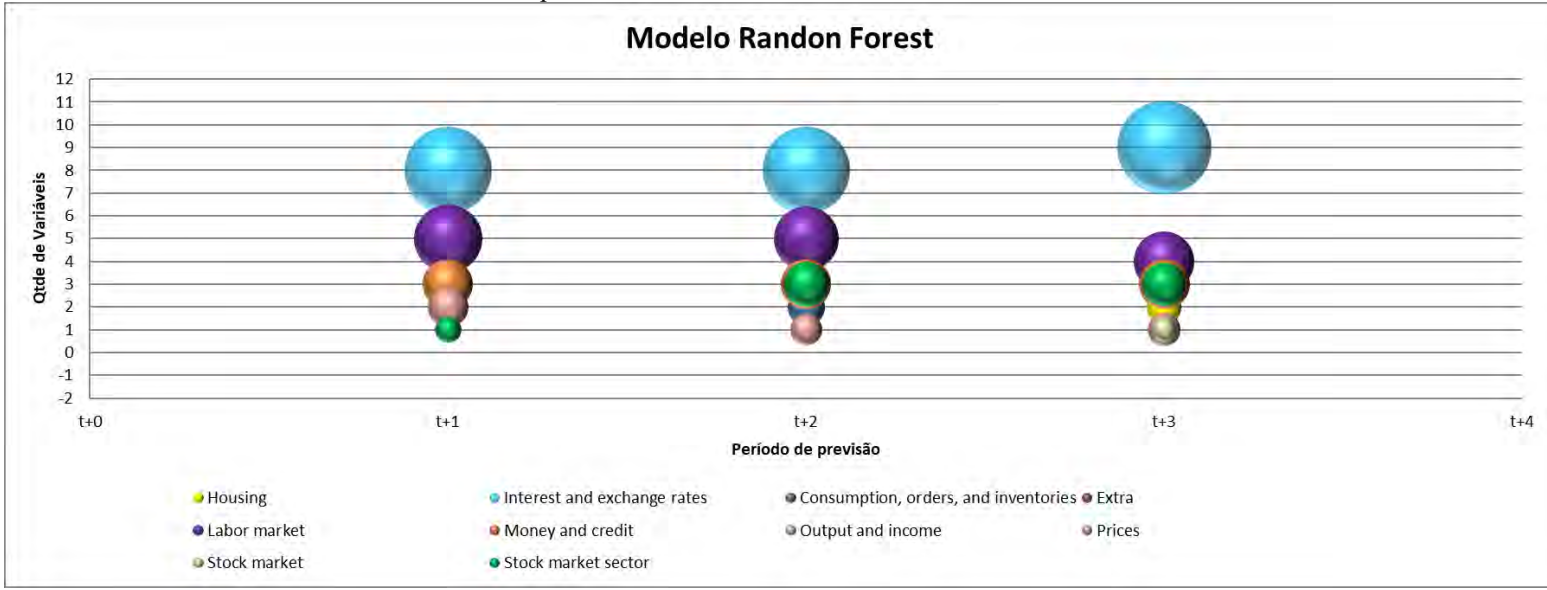
Tabela 75: Importância das Covariáveis (Random Forest 3 meses à frente)

Full Sample	Aparições	1970	Aparições	1980	Aparições	1990	Aparições
3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	1054	Real M2 Money Stock	344	All Employees: Mining and Logging: Mining	306	All Employees: Mining and Logging: Mining	312
6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	942	M2 Money Stock	329	CPI : Medical Care	295	CPI : Medical Care	261
1-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	891	Moody's Aaa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	298	Moody's Baa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	217	Help-Wanted Index for United States	224
All Employees: Mining and Logging: Mining	886	Moody's Baa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	233	Real M2 Money Stock	206	3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	162
CPI : Medical Care	784	3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	194	3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	198	Total Business Inventories	149
Real M2 Money Stock	747	6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	175	Moody's Aaa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	186	New Private Housing Permits, Midwest (SAAR)	137
3-Month Commercial Paper Minus FEDFUNDS	747	10-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	171	Help-Wanted Index for United States	176	6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	127
All Employees: Wholesale Trade	682	Nonrevolving consumer credit to Personal Income	164	All Employees: Wholesale Trade	171	All Employees: Government	118
Help-Wanted Index for United States	666	New Private Housing Permits, Northeast (SAAR)	148	3-Month Commercial Paper Minus FEDFUNDS	168	5-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	116
M2 Money Stock	664	1-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	140	10-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	166	All Employees: Wholesale Trade	108
Moody's Aaa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	633	Banks	139	New Private Housing Permits, Midwest (SAAR)	149	Toys	101
Moody's Baa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	596	Util	130	All Employees: Retail Trade	136	New Private Housing Permits, West (SAAR)	98
5-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	547	5-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	128	Total Business Inventories	135	Real M2 Money Stock	97
Effective Federal Funds Rate	537	PPI: Crude Materials	127	M2 Money Stock	121	Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate	97
10-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	528	Help-Wanted Index for United States	110	New Private Housing Permits, South (SAAR)	121	M2 Money Stock	96
Toys	467	3-Month Commercial Paper Minus FEDFUNDS	107	Housing Starts, West	114	VXO	95
Total Business Inventories	450	Aero	102	All Employees: Government	112	1-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	95
Telcm	449	Toys	99	5-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	108	Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding	93
Nonrevolving consumer credit to Personal Income	445	PerSv	94	Nonrevolving consumer credit to Personal Income	102	Consumer Sentiment Index	93
New Private Housing Permits, Northeast (SAAR)	440	Effective Federal Funds Rate	92	Real Personal Income	97	Housing Starts, Midwest	92
Aero	438	Autos	89	New Private Housing Permits, West (SAAR)	94	Housing Starts, West	91
New Private Housing Permits, Midwest (SAAR)	430	Oil	89	Effective Federal Funds Rate	91	PerSv	91
VXO	418	FabPr	83	Housing Starts: Total New Privately Owned	91	New Private Housing Permits, Northeast (SAAR)	89
All Employees: Government	413	Fin	82	Ships	89	3-Month Commercial Paper Minus FEDFUNDS	88
IP Index	397	Insur	75	New Private Housing Permits, Northeast (SAAR)	88	New Private Housing Permits (SAAR)	88

2000	Aparições	2010	Aparições	Recessões	Aparições
All Employees: Wholesale Trade	289	6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	446	Real M2 Money Stock	180
1-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	211	3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	398	M2 Money Stock	154
Consumer Sentiment Index	172	1-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	368	Moody's Aaa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	133
All Employees: Mining and Logging: Mining	154	3-Month Commercial Paper Minus FEDFUNDS	305	All Employees: Mining and Logging: Mining	115
LabEq	151	Telcm	150	1-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	113
Telcm	140	Toys	150	3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	108
Softw	138	Effective Federal Funds Rate	148	Moody's Baa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	105
Effective Federal Funds Rate	125	5-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	148	10-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	104
Help-Wanted Index for United States	122	Uncertain Index	129	All Employees: Wholesale Trade	100
CPI : Medical Care	119	Boxes	127	3-Month Commercial Paper Minus FEDFUNDS	93
6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	117	Aero	125	CPI : Medical Care	91
IP Index	112	Initial Claims	119	Help-Wanted Index for United States	91
Aero	107	Real Personal Income	99	New Private Housing Permits, Northeast (SAAR)	88
New Private Housing Permits, West (SAAR)	106	VXO	90	6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	84
3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	102	Food	90	5-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	83
RIEst	101	Fin	84	Nonrevolving consumer credit to Personal Income	78
Housing Starts, South	97	Insur	84	Total Business Inventories	77
Housing Starts, West	96	LabEq	73	Effective Federal Funds Rate	75
Util	93	Chems	71	PPI: Crude Materials	70
10-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	91	IP Index	70	New Private Housing Permits, South (SAAR)	70
Boxes	90	Avg Weekly Hours : Manufacturing	69	Autos	68
Total Business Inventories	88	Softw	68	Telcm	67
Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate	88	All Employees: Wholesale Trade	64	Housing Starts, West	65
New Private Housing Permits, Midwest (SAAR)	87	All Employees: Government	64	Chems	63
VXO	86	Real personal income ex transfer receipts	62	Util	61

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1711881/CA

Gráfico 34: Importância Preditiva dos setores Econômicos – Random Forest



Abaixo as variáveis selecionadas pelo modelo Bagging:

Tabela 76: Importância das Covariáveis (Bagging 1 meses à frente)

	Full Sample	Aparições	1970	Aparições	1980	Aparições	1990	Aparições
Trans		515	Housing Starts, South	128	Nonrevolving consumer credit to Personal Income	123	Oil	114
Housing Starts, Real M2 Money		497	All Employees: Wholesale Trade	123	Real M2 Money Stock	117	Gold	114
Food		487	Avg Weekly Hours : Manufacturing	114	Fin	116	Real personal income ex transfer receipts	108
Fin		472	PPI: Crude Materials	110	Agric	114	Fin	107
Oil		467	6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	108	Trans	113	Avg Weekly Hours : Manufacturing	105
Aero		465	Util	107	Housing Starts, South	112	Guns	105
PPI: Crude Materials		462	Food	102	Housing Starts, Midwest	111	Food	101
All Employees: Wholesale Trade		460	Housing Starts: Total New Privately Owned	102	Util	109	FabPr	100
VXO		457	CPI : Medical Care	102	Toys	109	Real Manu. and Trade Industries Sales	100
Effective Federal Funds Rate		455	Agric	101	Boxes	108	Nonrevolving consumer credit to Personal Income	99
Insur		455	Mines	101	Real personal income ex transfer receipts	107	Insur	99
LabEq		455	RIEst	101	New Private Housing Permits, West (SAAR)	107	Trans	98
Guns		452	Help-Wanted Index for United States	99	Chems	105	LabEq	98
Chems		451	3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	99	All Employees: Government	105	Consumer Sentiment Index	98
IP: Fuels		450	Initial Claims	99	Aero	104	PerSv	97
Real personal income ex transfer receipts		449	LabEq	97	IP Index	104	Real M2 Money Stock	96
Nonrevolving consumer credit to Personal Income		448	Nonrevolving consumer credit to Personal Income	97	Food	102	New Private Housing Permits, Midwest (SAAR)	96
Real Personal Income		442	New Private Housing Permits, Midwest (SAAR)	97	Real Personal Income	99	New Private Housing Permits, Northeast (SAAR)	95
Avg Weekly Hours : Manufacturing		441	Chems	96	Coal	97	Banks	95
Boxes		440	Housing Starts, Midwest	96	Effective Federal Funds Rate	96	6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	95
Agric		440	IP: Fuels	95	Ships	95	Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding	94
New Private Housing Permits, Midwest (SAAR)		439	Oil	94	New Private Housing Permits, Northeast (SAAR)	94	All Employees: Mining and Logging: Mining	94
Banks		437	Real M2 Money Stock	93	FabPr	94	Effective Federal Funds Rate	93
3-Month Commercial Paper Minus FEDFUNDS		436	3-Month Commercial Paper Minus FEDFUNDS	93	IP: Fuels	93	PPI: Crude Materials	93
			Trans	92	M2 Money Stock	93	RIEst	93

	2000	Aparições	2010	Aparições	Recessões	Aparições
VXO		122	Trans	107	Toys	90
Moody's Baa Corporate Bond Minus FEDFUNDS		115	IP: Fuels	106	M2 Money Stock	85
Aero		112	Guns	105	New Private Housing Permits, Midwest (SAAR)	84
Trans		105	All Employees: Wholesale Trade	105	Food	83
Help-Wanted Index for United States		102	Insur	98	New Private Housing Permits, West (SAAR)	83
Real M2 Money Stock		100	Effective Federal Funds Rate	96	Housing Starts: Total New Privately Owned	82
New Private Housing Permits, Midwest (SAAR)		100	5-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	96	Chems	81
Moody's Aaa Corporate Bond Minus FEDFUNDS		99	PerSv	96	Real personal income ex transfer receipts	79
Guns		98	VXO	92	Boxes	76
LabEq		98	Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate	92	Banks	75
Effective Federal Funds Rate		98	Real Personal Income	92	6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	75
Chems		98	Hshld	89	Hshld	74
10-Year Treasury C Minus FEDFUNDS		98	Moody's Aaa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	88	Trans	73
6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS		95	Boxes	88	5-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	73
3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS		94	Housing Starts, South	88	Aero	73
Real Manu. and Trade Industries Sales		92	Aero	86	Agric	72
5-Year Treasury C Minus FEDFUNDS		92	Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding	86	Ships	72
All Employees: Mining and Logging: Mining		91	Banks	86	Util	72
Softw		91	Uncertain Index	85	Effective Federal Funds Rate	71
3-Month Commercial Paper Minus FEDFUNDS		91	PPI: Crude Materials	85	PerSv	71
Mines		91	LabEq	84	LabEq	70
Insur		90	Total Business Inventories	84	3-Month Commercial Paper Minus FEDFUNDS	70
Telcm		90	Food	83	RIEst	70
Autos		89	Consumer Sentiment Index	83	Oil	69
Fin		88	Real M2 Money Stock	81	Help-Wanted Index for United States	69



O segmento mais importante neste modelo são os setores de mercado com 12 variáveis, seguido pelo próprio segmento *Output and income* com 3 variáveis, e os demais segmentos com uma ou duas variáveis. As previsões com 2 e 3 meses à frente trazem uma importância ainda maior para os setores do mercado financeiro.

Tabela 77: Importância das Covariáveis (Bagging 2 meses à frente)

Full Sample	Aparições	1970	Aparições	1980	Aparições	1990	Aparições
Executive Federal Funds Rate	507	Executive Federal Funds Rate	120	Executive Federal Funds Rate	138	Fin	135
Fin	507	1-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	114	PPI: Crude Materials	138	Insur	111
PerSv	493	Coal	113	Fin	132	Nonrevolving consumer credit to Personal Income	111
PPI: Crude Materials	487	6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	112	PerSv	117	Drugs	105
Coal	486	Boxes	108	Drugs	114	Gold	104
Insur	480	IP Index	107	Housing Starts, South	112	Txtls	102
All Employees: Retail Trade	472	5-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	107	Ships	112	FabPr	101
Help-Wanted Index for United States	469	PPI: Crude Materials	106	Food	111	IP Index	101
IP Index	468	Housing Starts, South	106	New Private Housing Permits, Northeast (SAAR)	109	Util	101
Aero	464	Insur	105	M2 Money Stock	107	Banks	100
Ships	460	Autos	103	RIEst	107	Help-Wanted Index for United States	100
M2 Money Stock	452	Food	101	Trans	103	3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	99
Food	452	Hshld	100	FabPr	103	All Employees: Retail Trade	98
Txtls	451	All Employees: Wholesale Trade	96	Coal	102	Toys	98
1-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	450	Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate	96	Mines	102	Real Manu. and Trade Industries Sales	95
Drugs	449	Fin	95	Real M2 Money Stock	102	M2 Money Stock	94
RIEst	447	Help-Wanted Index for United States	95	Total Business Inventories	101	New Private Housing Permits, Midwest (SAAR)	94
Banks	445	Ships	95	IP Index	100	Avg Weekly Hours : Manufacturing	94
Total Business Inventories	444	Avg Weekly Hours : Manufacturing	95	Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate	99	Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate	93
Avg Weekly Hours : Manufacturing	443	Moody's Aaa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	95	Aero	98	Real personal income ex transfer receipts	93
Mines	440	Txtls	92	Autos	97	New Private Housing Permits, Northeast (SAAR)	91
Toys	439	Mines	92	All Employees: Retail Trade	97	Mines	91
Nonrevolving consumer credit to Personal Income	438	Oil	92	Guns	97	Real M2 Money Stock	91
Beer	438	Real Manu. and Trade Industries Sales	91	Real Personal Income	96	Chems	91
Telcm	435	3-Month Commercial Paper Minus FEDFUNDS	91	Agric	95	VXO	91

2000	Aparições	2010	Aparições	Recessões	Aparições
1-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	120	PerSv	119	Coal	87
Chems	109	Agric	111	New Private Housing Permits, Midwest (SAAR)	85
Banks	108	Coal	106	Help-Wanted Index for United States	82
New Private Housing Permits (SAAR)	108	Total Business Inventories	102	RIEst	82
Moody's Aaa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	107	Aero	95	Total Business Inventories	81
All Employees: Retail Trade	106	Beer	95	Ships	79
Uncertain Index	105	Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding	94	1-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	78
RIEst	102	IP Index	93	Food	75
LabEq	102	Moody's Aaa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	90	Housing Starts, Midwest	74
Help-Wanted Index for United States	100	All Employees: Retail Trade	89	Fin	74
M2 Money Stock	98	Toys	89	Insur	72
New Private Housing Permits, Midwest (SAAR)	97	All Employees: Government	89	LabEq	72
Aero	97	Softw	89	5-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	72
PerSv	96	Help-Wanted Index for United States	88	M2 Money Stock	72
Toys	95	Drugs	86	Mines	71
Total Business Inventories	95	Insur	84	3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	70
Moody's Aaa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	95	All Employees: Wholesale Trade	84	Aero	69
Telcm	94	Avg Weekly Hours : Manufacturing	84	IP Index	69
Housing Starts, Midwest	92	Oil	83	All Employees: Wholesale Trade	69
5-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	92	Real personal income ex transfer receipts	83	Real Personal Income	69
Insur	91	Trans	82	Executive Federal Funds Rate	69
Txtls	91	Smoke	82	Boxes	69
3-Month Commercial Paper Minus FEDFUNDS	91	Real Personal Income	81	Housing Starts, South	69
New Private Housing Permits, South (SAAR)	91	LabEq	80	Real Manu. and Trade Industries Sales	68
3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	90	Executive Federal Funds Rate	80	New Private Housing Permits, Northeast (SAAR)	68

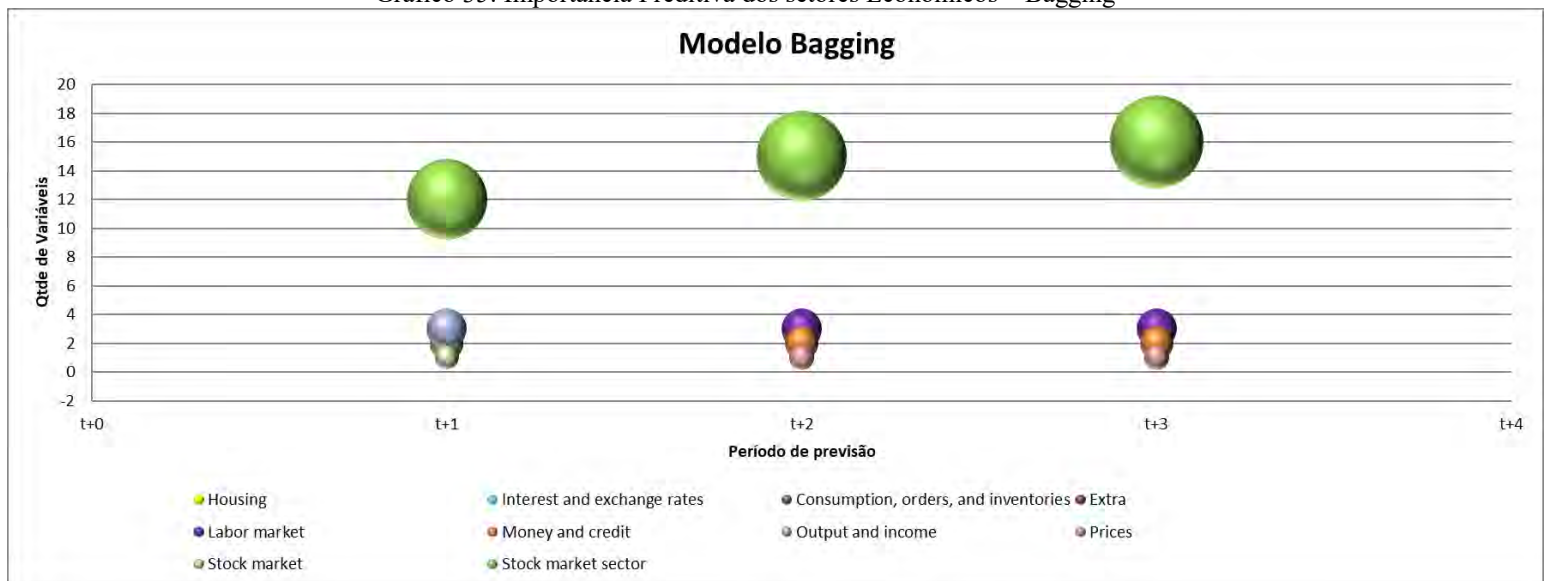
Tabela 78: Importância das Covariáveis (Bagging 3 meses à frente)

Full Sample	Aparições	1970	Aparições	1980	Aparições	1990	Aparições
IP Index	494	Ships	120	IP Index	128	Total Business Inventories	111
Real M2 Money Stock	493	IP Index	115	Trans	128	All Employees: Retail Trade	110
Insur	487	Drugs	114	Real M2 Money Stock	119	All Employees: Mining and Logging: Mining	110
Ships	484	Real M2 Money Stock	112	Real personal income ex transfer receipts	119	Mines	109
Oil	483	New Private Housing Permits, Midwest (SAAR)	108	Guns	108	PPI: Crude Materials	107
Telcm	483	Hshld	103	Nonrevolving consumer credit to Personal Income	106	Ships	107
Trans	478	Help-Wanted Index for United States	103	FabPr	106	Consumer Sentiment Index	106
Total Business Inventories	469	Banks	101	Telcm	105	FabPr	104
Toys	466	Util	100	Initial Claims	105	LabEq	101
Util	465	Toys	98	Drugs	104	All Employees: Wholesale Trade	100
PPI: Crude Materials	464	3-Month Commercial Paper Minus FEDFUNDS	97	PPI: Crude Materials	104	Insur	100
Hshld	463	Trans	96	Total Business Inventories	102	M2 Money Stock	100
Drugs	460	PerSv	96	Food	101	Agric	99
Help-Wanted Index for United States	459	Oil	95	Util	100	3-Month Commercial Paper Minus FEDFUNDS	99
Chems	459	Insur	94	All Employees: Wholesale Trade	100	Smoke	97
Banks	456	All Employees: Wholesale Trade	94	RIEst	100	Toys	97
PerSv	451	New Private Housing Permits, Northeast (SAAR)	94	Chems	100	Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate	97
LabEq	450	6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	94	LabEq	100	6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS	97
Fin	445	New Private Housing Permits, West (SAAR)	94	Insur	99	VXO	95
New Private Housing Permits, Midwest (SAAR)	443	Total Business Inventories	93	New Private Housing Permits, Northeast (SAAR)	99	Banks	94
M2 Money Stock	441	Fin	93	M2 Money Stock	99	Real personal income ex transfer receipts	93
Guns	439	Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate	93	Real Personal Income	98	Drugs	93
All Employees: Mining and Logging: Mining	438	Real Personal Income	92	Coal	97	Chems	93
RIEst	436	M2 Money Stock	91	PerSv	96	PerSv	93
All Employees: Retail Trade	435	Moody's Aaa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	91	Ships	95	Real M2 Money Stock	92

2000	Aparições	2010	Aparições	Recessões	Aparições
Moody's Aaa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	107	Util	107	LabEq	88
Oil	105	Telcm	106	Fin	83
Telcm	105	Oil	101	Trans	80
Total Business Inventories	103	Insur	99	Coal	79
3-Month Treas Minus FEDFUNDS	103	Guns	96	IP Index	78
Chems	101	VXO	96	Telcm	76
Fin	101	Coal	94	Toys	75
New Private Housing Permits, Midwest (SAAR)	101	Real M2 Money Stock	94	Total Business Inventories	75
RIEst	101	Moody's Aaa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	93	New Private Housing Permits, Northeast (SAAR)	75
New Private Housing Permits (SAAR)	101	Toys	93	New Private Housing Permits, Midwest (SAAR)	74
Softw	101	Smoke	92	3-Month Commercial Paper Minus FEDFUNDS	73
6-Month Treas Minus FEDFUNDS	100	All Employees: Retail Trade	92	Food	73
PPI: Crude Materials	99	Avg Weekly Hours: Manufacturing	90	Nonrevolving consumer credit to Personal Income	72
Txtls	99	Consumer Sentiment Index	90	All Employees: Wholesale Trade	72
Moody's Baa Corporate Bond Minus FEDFUNDS	99	Gold	89	Hshld	70
5-Year Treasury Minus FEDFUNDS	98	PPI: Crude Materials	88	Real personal income ex transfer receipts	70
Trans	97	Help-Wanted Index for United States	88	Ships	70
Hshld	96	Housing Starts, Midwest	87	Oil	69
Insur	95	LabEq	86	PerSv	69
1-Year Treasury Minus FEDFUNDS	94	Chems	84	Help-Wanted Index for United States	68
Help-Wanted Index for United States	94	Softw	84	Effective Federal Funds Rate	68
Food	94	Hshld	84	Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate	67
Toys	93	Uncertain Index	83	M2 Money Stock	67
Banks	93	Txtls	82	1-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	67
Ships	92	All Employees: Mining and Logging: Mining	82	Insur	66

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1711881/CA

Gráfico 35: Importância Preditiva dos setores Econômicos – Bagging



### A5.3.2 Importância das defasagens<sup>16</sup>

Abaixo as tabelas com as defasagens mais recorrentes entre as principais variáveis escolhidas pelos 3 modelos e as top 10 variáveis. No modelo Ridge os setores de mercado tendem a sinalizar dentro do próprio trimestre e variáveis econômicas já com uma antecedência maior (um reflexo da junção dos 2 ambientes). O modelo Random Forest concentra mais as variáveis no trimestre próximo a previsão e no modelo Bagging há menor dispersão na escolha das variáveis. Em todos os modelos a década de 70 as variáveis sinalizaram com uma antecedência maior (o mesmo que ocorreu para o ambiente 1 e 2).

Tabela 79: Importância das defasagens (Ridge 1 mês a frente)

Defasagens												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1º	t-1	t-1	t-1	t-1	t-1	t-1	t-1	t-1	t-11	t-1	t-3	t-1
2º	t-11	t-11	t-3	t-3	t-11	t-11	t-10	t-2	t-1	t-4	t-8	t-11
3º	t-3	t-2	t-11	t-11	t-12	t-3	t-6	t-12	t-7	t-11	t-7	t-12
Qtde de Aparições												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1º	2815	530	573	542	617	553	606	789	553	543	625	499
2º	2427	489	512	493	486	498	524	655	539	533	438	361
3º	2424	486	465	489	484	485	521	508	496	527	438	357

Tabela 80: Importância das defasagens (Ridge 2 meses a frente)

Defasagens												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1º	t-1	t-1	t-2	t-1	t-1	t-10	t-5	t-1	t-10	t-10	t-2	t-1
2º	t-10	t-6	t-1	t-10	t-10	t-2	t-9	t-9	t-6	t-3	t-7	t-11
3º	t-2	t-2	t-11	t-11	t-5	t-11	t-8	t-11	t-8	t-2	t-11	t-5
Qtde de Aparições												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1º	2544	522	518	525	517	504	567	830	558	574	593	380
2º	2436	481	506	524	498	486	545	515	536	552	533	374
3º	2398	479	480	486	491	478	496	487	526	529	452	366

Tabela 81: Importância das defasagens (Ridge 3 meses a frente)

Defasagens												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1º	t-1	t-1	t-1	t-1	t-1	t-1	t-4	t-1	t-9	t-1	t-1	t-1
2º	t-9	t-9	t-9	t-11	t-9	t-9	t-8	t-2	t-5	t-9	t-6	t-2
3º	t-8	t-6	t-6	t-9	t-8	t-8	t-10	t-8	t-13	t-2	t-5	t-10
Qtde de Aparições												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1º	2721	529	531	552	536	573	571	770	586	562	547	413
2º	2487	484	515	499	500	503	532	579	509	555	527	380
3º	2284	475	480	485	491	459	473	516	501	517	465	359

<sup>16</sup> Equivalente ao ocorrido na seção anterior a modelagem bagging só possui 6 defasagens das variáveis, serão colocados as tabelas desta modelagem, entretanto este modelo é um pouco mais restrito aos demais.

Tabela 82: Top 10 variáveis modelo Ridge

Ranking	Ridge T+1		Ridge T+2		Ridge T+3	
1º	Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding_t-4	116	All Employees: Government_t-10	109	Efective Federal Funds Rate_t-11	118
2º	Boxes_t-3	105	Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding_t-3	105	All Employees: Government_t-9	111
3º	All Employees: Government_t-11	104	Insur_t-2	99	Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding_t-2	101
4º	Toys_t-3	103	Boxes_t-2	98	Efective Federal Funds Rate_t-3	101
5º	IP Index_t-5	93	Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate_t-10	95	Initial Claims_t-4	101
6º	Efective Federal Funds Rate_t-13	93	New Private Housing Permits, West (SAAR)_t-1	94	Boxes_t-1	98
7º	Insur_t-3	92	Banks_t-2	92	Aero_t-4	95
8º	All Employees: Mining and Logging: Mining_t-6	91	Initial Claims_t-5	90	Help-Wanted Index for United States_t-2	93
9º	New Private Housing Permits (SAAR)_t-2	90	6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS_t-11	85	New Private Housing Permits (SAAR)_t-1	90
10º	New Private Housing Permits (SAAR)_t-1	86	Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate_t-3	84	Real Personal Income_t-5	90

Tabela 83: Importância das defasagens (Random Forest 1 mês a frente)

Defasagens												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1º	t-1	t-1	t-2	t-1	t-2	t-2	t-7	t-1	t-1	t-1	t-2	t-1
2º	t-2	t-2	t-1	t-2	t-1	t-3	t-6	t-2	t-2	t-2	t-3	t-2
3º	t-3	t-3	t-3	t-3	t-3	t-1	t-10	t-3	t-7	t-3	t-1	t-10
Qtde de Aparições												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1º	3747	1342	788	633	567	583	732	1224	831	788	823	543
2º	3401	831	713	632	556	514	683	898	597	686	785	492
3º	2853	630	612	549	548	503	670	668	539	630	541	389

Tabela 84: Importância das defasagens (Random Forest 2 meses a frente)

Defasagens												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1º	t-1	t-1	t-1	t-1	t-1	t-2	t-5	t-1	t-1	t-1	t-2	t-1
2º	t-2	t-2	t-2	t-2	t-2	t-1	t-6	t-2	t-13	t-2	t-1	t-2
3º	t-5	t-5	t-3	t-4	t-11	t-3	t-9	t-5	t-7	t-4	t-11	t-9
Qtde de Aparições												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1º	4106	1267	859	738	652	591	721	1347	724	773	912	576
2º	3291	764	746	636	554	590	707	847	561	675	856	459
3º	2281	518	471	450	449	461	651	483	498	499	516	373

Tabela 85: Importância das defasagens (Random Forest 3 meses a frente)

Defasagens												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1º	t-1	t-1	t-1	t-1	t-1	t-1	t-5	t-1	t-13	t-1	t-1	t-1
2º	t-2	t-3	t-4	t-4	t-2	t-5	t-4	t-2	t-6	t-3	t-10	t-2
3º	t-4	t-2	t-2	t-3	t-3	t-4	t-3	t-4	t-2	t-4	t-11	t-3
Qtde de Aparições												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1º	3958	1184	855	695	648	576	732	1290	584	773	942	567
2º	2480	574	521	487	487	486	729	614	541	530	608	464
3º	2454	552	507	482	460	486	624	560	540	524	485	415

Tabela 86: Top 10 variáveis modelo Random Forest

Ranking	Randon Forest T+1		Randon Forest T+2		Randon Forest T+3	
1º	All Employees: Wholesale Trade_t-1	209	1-Year Treasury C Minus FEDFUNDS_t-1	193	3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS_t-3	180
2º	Help-Wanted Index for United States_t-1	179	CPI : Medical Care_t-3	189	CPI : Medical Care_t-3	175
3º	All Employees: Retail Trade_t-1	179	Real Manu. and Trade Industries Sales_t-1	178	Telcm_t-1	171
4º	Consumer Sentiment Index_t-1	176	Help-Wanted Index for United States_t-1	171	Moody's Aaa Corporate Bond Minus FEDFUNDS_t-5	152
5º	1-Year Treasury C Minus FEDFUNDS_t-2	171	CPI : Medical Care_t-4	170	All Employees: Mining and Logging: Mining_t-8	152
6º	6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS_t-1	166	6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS_t-1	169	3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS_t-10	146
7º	Help-Wanted Index for United States_t-2	161	3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS_t-4	165	Boxes_t-1	145
8º	Real Manu. and Trade Industries Sales_t-2	159	Telcm_t-2	157	6-Month Treasury C Minus FEDFUNDS_t-2	140
9º	New Private Housing Permits, West (SAAR)_t-1	154	3-Month Commercial Paper Minus FEDFUNDS_t-1	153	M2 Money Stock_t-4	137
10º	Telcm_t-3	151	3-Month Treasury C Minus FEDFUNDS_t-11	145	Help-Wanted Index for United States_t-6	131

Tabela 87: Importância das defasagens (Bagging 1 mês a frente)

Defasagens												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1º	t-4	t-2	t-4	t-2	t-5	t-5	t-4	t-6	t-4	t-2	t-5	t-4
2º	t-5	t-4	t-3	t-4	t-4	t-6	t-6	t-4	t-2	t-5	t-1	t-2
3º	t-2	t-6	t-1	t-5	t-3	t-3	t-3	t-2	t-6	t-1	t-4	t-6
Qtde de Aparições												
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão
1º	4922	1033	1006	1000	1030	1022	976	1020	1042	1030	918	766
2º	4848	998	953	994	991	976	970	1006	1022	1026	915	738
3º	4819	985	950	966	946	955	937	1001	1008	1009	891	720

Tabela 88: Importância das defasagens (Bagging 2 meses a frente)

Defasagens													
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão	
1º	t-4	t-4	t-6	t-3	t-4	t-4		t-2	t-3	t-2	t-4	t-4	t-5
2º	t-3	t-5	t-4	t-5	t-6	t-2		t-3	t-4	t-3	t-6	t-6	t-2
3º	t-6	t-3	t-5	t-4	t-3	t-3		t-6	t-5	t-4	t-5	t-5	t-3
Qtde de Aparições													
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão	
1º	4932	983	994	1002	991	1003	939	1050	1028	1033	958	750	
2º	4870	977	979	994	985	984	935	1041	1000	1032	893	726	
3º	4822	976	966	976	982	967	931	986	998	1017	891	707	

Tabela 89: Importância das defasagens (Bagging 3 meses a frente)

Defasagens													
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão	
1º	t-3	t-3	t-2	t-2	t-5	t-6		t-2	t-3	t-2	t-1	t-3	t-5
2º	t-2	t-1	t-4	t-4	t-3	t-3		t-1	t-6	t-3	t-2	t-4	t-2
3º	t-4	t-5	t-3	t-3	t-6	t-4		t-5	t-4	t-4	t-5	t-1	t-3
Qtde de Aparições													
Ranking	QTDE	Posição de 1 a 10	Posição de 11 a 20	Posição de 21 a 30	Posição de 31 a 40	Posição de 41 a 50	1970	1980	1990	2000	2010	Recessão	
1º	4883	1012	999	1018	998	987	957	1030	1017	1025	960	735	
2º	4815	964	969	970	986	975	936	1003	1007	1023	930	730	
3º	4769	955	948	962	938	959	925	987	994	1022	867	715	

Tabela 90: Top 10 variáveis modelo Bagging

Ranking	Bagging T+1	Bagging T+2	Bagging T+3
1º	5-Year Treasury C Minus FEDFUNDS_t-5	121 Effective Federal Funds Rate_t-2	128 Insur_t-3
2º	Trans_t-2	103 5-Year Treasury C Minus FEDFUNDS_t-4	116 Trans_t-3
3º	Housing Starts, South_t-6	103 Chems_t-2	102 Toys_t-4
4º	Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding_t-2	102 Toys_t-5	102 Mines_t-4
5º	LabEq_t-4	101 IP Index_t-6	102 Initial Claims_t-4
6º	Insur_t-5	100 PerSv_t-1	101 Banks_t-2
7º	Trans_t-1	98 Fin_t-1	101 New Private Housing Permits (SAAR)_t-3
8º	PerSv_t-2	98 RIEst_t-4	100 Hshld_t-1
9º	Aero_t-5	98 Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding_t-1	97 Oil_t-2
10º	Chems_t-3	97 Effective Federal Funds Rate_t-4	97 All Employees: Retail Trade_t-1

## Anexo 6: Correlação Variáveis selecionadas

Tabela 91: Correlação IP e variáveis monetárias

Correlação	t-0	t-1	t-2	t-3	t-4	t-5	t-6	t-7	t-8	t-9	t-10	t-11	t-12	t-13
IP Index & Real M2 Money Stock	0.227762	0.257086	0.328563	0.380312	0.367567	0.385318	0.423279	0.406824	0.363978	0.401644	0.361984	0.304053	0.238042	0.186951
IP Index & 10-Year Treasury C Minus FEDFUNDS	0.240371	0.299669	0.349145	0.409853	0.44945	0.460503	0.461325	0.46817	0.427202	0.377535	0.340969	0.330458	0.313259	0.294011

Tabela 92: Correlação IP e Help-Wanted Index for United States

Correlação	t-0	t-1	t-2	t-3	t-4	t-5	t-6	t-7	t-8	t-9	t-10	t-11	t-12	t-13
IP Index & Help-Wanted Index for United States	0.453863	0.465192	0.369367	0.353769	0.251159	0.200073	0.185149	0.004161	0.130741	0.021333	0.042259	0.008284	0.001318	-0.051511

Tabela 93: Correlação IP e CPI - Medical Care

Correlação	t-0	t-1	t-2	t-3	t-4	t-5	t-6	t-7	t-8	t-9	t-10	t-11	t-12	t-13
IP Index & CPI : Medical Care	-0.20954	-0.18569	-0.26973	-0.33059	-0.314	-0.35665	-0.28725	-0.12976	-0.17906	-0.14305	-0.06625	0.09787	0.060141	-0.01799

Tabela 94: Correlação IP e Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding

Corre	t-0	t-1	t-2	t-3	t-4	t-5	t-6	t-7	t-8	t-9	t-10	t-11	t-12	t-13
IP Inc Consumer Motor Vehicle Loans Outstanding	-0.04726	-0.1691	-0.05165	-0.05547	-0.0905	-0.00313	-0.09792	0.055237	-0.03473	-0.08753	0.016292	-0.00919	-0.12994	0.087453

Tabela 95: Correlação IP e Franco suíço

Corre	t-0	t-1	t-2	t-3	t-4	t-5	t-6	t-7	t-8	t-9	t-10	t-11	t-12	t-13
IP Inc Switzerland / U.S. Foreign Exchange Rate	0.127706	0.075479	-0.01591	-0.03899	-0.11553	-0.1126	0.013824	0.031728	-0.0522	-0.00955	0.00256	-0.03986	-0.08567	-0.11043

Tabela 96: Correlação IP e variáveis Housing

Corre	t-0	t-1	t-2	t-3	t-4	t-5	t-6	t-7	t-8	t-9	t-10	t-11	t-12	t-13
IP Inc New Private Housing Permits, Midwest (SAAR)	0.387387	0.347472	0.340922	0.293391	0.247605	0.20723	0.198638	0.150581	0.145068	0.11056	0.088419	0.031775	0.024697	0.009256
IP Inc Housing Starts: Total New Privately Owned	0.488661	0.418051	0.408831	0.331837	0.274834	0.225879	0.183886	0.125842	0.09502	0.070857	0.02936	-0.01254	-0.02487	-0.03874

Tabela 97: Correlação IP com Uncertain Index e Consumer Sentiment Index

Correlação	t-0	t-1	t-2	t-3	t-4	t-5	t-6	t-7	t-8	t-9	t-10	t-11	t-12	t-13
IP Index & Uncertain Index	-0.41295	-0.33335	-0.38611	-0.29094	-0.19965	-0.1425	-0.10808	-0.06377	-0.06696	-0.0155	0.006236	-0.02758	-0.03611	0.06652
IP Index & Consumer Sentiment Index	0.369238	0.391724	0.362356	0.312256	0.275034	0.234397	0.208329	0.158859	0.131195	0.115789	0.115191	0.084393	0.052028	0.020732

Tabela 98: Correlação IP e Telcm e Insur

Correlação	t-0	t-1	t-2	t-3	t-4	t-5	t-6	t-7	t-8	t-9	t-10	t-11	t-12	t-13
IP Index & Telcm	0.028044	0.071668	0.16752	0.352517	0.087497	0.106408	0.172397	0.070452	0.146579	0.091765	0.035021	0.101627	0.11936	0.095837
IP Index & Insur	0.062517	0.119278	0.228683	0.329756	0.131903	0.107833	0.209753	0.108096	0.097306	0.066383	0.038616	0.057309	0.075847	0.082551