

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CAMPUS GOVERNADOR VALADARES
INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
FACULDADE DE ECONOMIA**

FALNÉSIO GHANDER SOARES BORGES

**UMA ANÁLISE DO CONSUMO AGREGADO BRASILEIRO COM UMA
SIMULAÇÃO BASEADA EM AGENTES**

Governador Valadares

2020

Falnéσιο Ghander Soares Borges

**UMA ANÁLISE DO CONSUMO AGREGADO BRASILEIRO COM UMA
SIMULAÇÃO BASEADA EM AGENTES**

Monografia apresentada ao curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Dr. Luckas Sabioni Lopes

Governador Valadares

2020

Ficha catalográfica elaborada através do Modelo Latex do CDC da UFJF
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Borges, Falnésio Ghander Soares.

UMA ANÁLISE DO CONSUMO AGREGADO BRASILEIRO COM
UMA SIMULAÇÃO BASEADA EM AGENTES / Falnésio Ghander Soares
Borges. – 2020.

59 f. : il.

Orientador: Luckas Sabioni Lopes

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal de
Juiz de Fora, Campus Governador Valadares, Instituto de Ciências Sociais
Aplicadas. Faculdade de Economia – ICESA, 2020.

1. Modelo Baseado em Agentes. 2. Consumo Agregado. 3. Netlogo. 4.
Sistemas Complexos. I. Lopes, Luckas Sabioni, orient. II. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
REITORIA - CAMPUSGV - ICSA - Secretaria

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CAMPUS GOVERNADOR VALADARES
INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Às 8:00 do dia 23 de outubro de 2020, por webconferência, conforme Resolução Nº 24/2020 do Conselho Superior (CONSU), foi instalada a banca do exame de Trabalho de Conclusão de Curso para julgamento do trabalho desenvolvido pelo(a) discente FALNÉSIO GHANDER SOARES BORGES, matriculado(a) no curso de bacharelado em Ciências Econômicas. O(a) Prof.(a) Luckas Sabioni Lopes, orientador(a) e presidente da banca julgadora, abriu a sessão apresentando os demais examinadores, os professores: Thiago Costa Soares e Vinícius de Azevedo Couto Firme.

Após a arguição e avaliação do material apresentado, relativo ao trabalho intitulado: UMA ANÁLISE DO CONSUMO AGREGADO BRASILEIRO COM UMA SIMULAÇÃO BASEADA EM AGENTES, a banca examinadora se reuniu em sessão fechada considerando o(a) discente FALNÉSIO GHANDER SOARES BORGES:

Aprovado(a)

Reprovado (a)

Nada mais havendo a tratar, foi encerrada a sessão e lavrada a presente ata que vai assinada eletronicamente pelos presentes.

Governador Valadares, 23 de outubro de 2020.

Lucas Sabioni Lopes

Orientador(a)

Thiago Costa Soares

Vinícius de Azevedo Couto Firme



Documento assinado eletronicamente por **Thiago Costa Soares, Professor(a)**, em 23/10/2020, às 09:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Lucas Sabioni Lopes, Professor(a)**, em 24/10/2020, às 09:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Falnésio Ghander Soares Borges, Usuário Externo**, em 24/10/2020, às 23:49, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Vinicius de Azevedo Couto Firme, Professor(a)**, em 29/10/2020, às 11:25, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Uf (www2.uf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **0180554** e o código CRC **D78420BD**.

Dedico este trabalho à minha família.

AGRADECIMENTOS

Eu gostaria de agradecer a toda a minha família, amigos e professores que me ajudaram a chegar a esse momento. Sendo tempos fáceis ou difíceis, hoje eu seria outra pessoa caso não tivesse trilhado precisamente o caminho que passei e por isso estou grato tanto pelos êxitos, quanto pelos infortúnios. A jornada não foi feita sozinha e reconheço o trabalho emocional gratuito que tive por todos à minha volta, além do apoio didático, moral, espiritual e financeiro. Espero que esse trabalho possa contribuir com algo além da minha jornada pessoal a caminho de um maior entendimento sistêmico da economia.

A quantidade de pessoas que tiveram paciência em me guiar é numeroso demais para citar, então com certeza, por praticidade e limitações da memória, nem todos serão nomeados: Guilhermina Perreira Soares, Amélia Almeida, Solange Maria Soares Borges, Ghander Almeida Borges, Larah Ghander Brito de Almeida, Julia Ghander de Almeida, Olivinha Borges, Maria Efigenia Almeida Borges, Clara Neves Mendes Cardoso, Amelizane Almeida de Oliveira, André Luiz dos Santos, Bianca Jesus Souza, Bernardo Moreira de Souza, Reinaldo Duque-Brasil Lundolfo Teixeira e Luckas Sabione Lopes. Estou muito grato pela oportunidade que tive de trabalhar no Núcleo de Agroecologia de Governador Valadares, facilitando a escolha do meu propósito em futuros estudos econômicos. Sou grato pelo ensino público e por todo investimento que recebi graças a ltas sociais por meio dos impostos. Gostaria de agradecer também por todos os profissionais que disponibilizaram gratuitamente online diversos cursos que promoveram o meu aprendizado, especialmente sobre programação, além de todo material didático que tive acesso online desde pequeno que fortaleceu a minha curiosidade. Eu sou muito privilegiado; espero eu possa contribuir para um mundo onde as vantagens que herdei simplesmente por ter nascido de um determinado jeito dentro de um determinado contexto se desmancha no ar.

"Amplia o espaço de tua tenda e nela estende teus tapetes, pois hás de te locomover em todas as direções."

Isaías

RESUMO

Para desagregar o consumo Brasileiro entre 1996 e 2019, visando entender o comportamento do consumidor de acordo com as teorias prevalentes de consumo, o autor desenvolveu uma simulação baseada em agentes para avaliar qual porcentagem populacional segue a hipótese de renda permanente de Friedman e qual utiliza a regra psicológica de Keynes. Os resultados mostram que é possível obter curvas de consumo simuladas muito próximas às reais ao especificar o modelo entre 32% a 44% dos agentes consumindo a sua renda permanente, essa sendo estimada utilizando as rendas de entre 19 a 29 dos últimos trimestres (4 anos e nove meses e 7 anos e 3 meses) numa média móvel. Portanto, de acordo com esse modelo, o efeito do aumento de renda sobre o consumo é diluído ao longo dessa faixa de tempo para cerca de um terço da população e utilizada de forma imediata pelas demais.

Palavras-chave: 1. Modelo Baseado em Agentes. 2. Consumo Agregado. 3. Netlogo. 4. Sistemas Complexos.

ABSTRACT

As a means to disaggregate Brazilian consumption between 1996 and 2019 to understand consumer behavior according to the prevalent theories of consumption, the author developed an agent-based simulation to evaluate which population percentage followed Friedman's permanent income hypothesis or Keynes' psychological rules. Results show that it is possible to obtain simulated consumption closely resembling actual consumption by modeling between 32% and 44% of the agents consuming their permanent income, estimated as the moving average of their income from the last 19 to 29 trimesters (4 years and nine months and 7 years and 3 months). According to this model, the effects of income to consumption are diluted through these same periods for about one third of the population and immediately consumed by the remaining two thirds.

Keywords: 1. Agent Based Model. 2. Aggregate Consumption. 3. Netlogo. 4. Complex Systems.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	- Agentes na simulação	29
Figura 2	- Pares de valores dos vinte melhores encaixes para cada série de tempo de PIB	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Identificação dos dados utilizados advindos do IBGE	33
Tabela 2	– Funções de autocorrelação dos dados de PIB	34
Tabela 3	– Visão inclinada dos gráficos de qualidade do ajuste do modelo variando os parâmetros lembrança e “porc.plan” (porcentagem de planejadores).	38
Tabela 4	– Qualidade do ajuste do modelo variando os parâmetros lembrança e “porc.plan” (porcentagem de planejadores).	39
Tabela 5	– Comparação do consumo modelado normalizado com melhor encaixe ao consumo real normalizado ao utilizar diferentes séries de PIB na simulação	41
Tabela 6	– Comparação do consumo modelado normalizado com pior encaixe ao consumo real normalizado ao utilizar diferentes séries de PIB na simulação	53
Tabela 7	– Os primeiros 20 pares de parâmetros com maior encaixe entre consumo modelado e real para o PIB com valores encadeados a preços de 1995 com ajuste sazonal.	54
Tabela 8	– Os primeiros 20 pares de parâmetros com maior encaixe entre consumo modelado e real para o PIB com valores encadeados a preços de 1995 sem ajuste sazonal.	55
Tabela 9	– Os primeiros 20 pares de parâmetros com maior encaixe entre consumo modelado e real para o PIB <i>per capita</i> com valores encadeados a preços de 1995 com ajuste sazonal.	56
Tabela 10	– Os primeiros 20 pares de parâmetros com maior encaixe entre consumo modelado e real para o PIB <i>per capita</i> com valores encadeados a preços de 1995 sem ajuste sazonal.	57
Tabela 11	– Os primeiros 20 pares de parâmetros com maior encaixe entre consumo modelado e real para o PIB com série encadeada do índice de volume trimestral (média = 1995) com ajuste sazonal.	58
Tabela 12	– Os primeiros 20 pares de parâmetros com maior encaixe entre consumo modelado e real para o PIB com série encadeada do índice de volume trimestral (média = 1995) sem ajuste sazonal.	59

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	19
3	METODOLOGIA	27
3.1	GERAÇÃO DOS DADOS	27
3.1.1	Algoritmos do Modelo Baseado em Agentes	27
3.1.2	BehaviorSpace: Criando as múltiplas séries de consumo agregado modelado	31
3.2	BASE DE DADOS	32
3.3	METODOLOGIA DA ANÁLISE DOS DADOS	34
4	RESULTADOS	37
5	CONCLUSÃO E DISCUSSÃO	42
	REFERÊNCIAS	44
	APÊNDICE A – Algoritmos do Modelo Baseado em Agentes	49
	APÊNDICE B – Algoritmos dos Resultados	52
	APÊNDICE C – Tabelas dos Resultados	53

1 INTRODUÇÃO

A descrição e previsão do consumo nos seus aspectos micro e macroeconômicos têm grande relevância para o entendimento e o planejamento da economia mundial (ATTANASIO; WEBER, 2010), inclusive a brasileira (LOPES, 2017). De acordo com o Banco Mundial (2019a), o consumo brasileiro correspondeu a quase 65% do Produto Interno Bruto (PIB) no ano de 2018, sendo a média mundial, ao considerar 264 países, de 58% para o ano de 2017 (BANCO MUNDIAL, 2019b). De 1994, na implementação do Plano Real, até 2017 a porcentagem do consumo em relação ao PIB tem crescido a uma taxa média de 2,5% ao ano no Brasil (LOPES, 2017). Tal é a influência do consumo na economia nacional que esse foi utilizado pelos governos de 2003 a 2010 como um motor da economia com a expansão de crédito, a valorização do salário e a redistribuição de renda, na mesma época, houve um crescimento do PIB com média superior a 4.0% a.a. (SILVA, 2016).

As análises para o planejamento, a implementação e a averiguação dos efeitos de políticas, como essas, dependem da criação de teorias econômicas e conseqüentemente do teste de suas hipóteses, assim como, em todo processo científico (BURKS, 1946). Portanto, para organizar e ilustrar o processo que levou ao presente trabalho, serão utilizadas as três formas de inferência lógica: dedução, indução e abdução (PEIRCE, 1865). Ao final, destacadas algumas limitações apresentadas na literatura, foi descrito brevemente o porquê desse trabalho abordar tais questões resumindo os resultados obtidos.

De acordo com Peirce et al. (1958-1966), a dedução seria utilizar regras conhecidas e axiomas para obter uma conclusão. O processo hipotético-dedutivo culmina em conclusões (hipóteses) testáveis por meio da indução estatística. Do processo hipotético-dedutivo, utilizado na criação das teorias econômicas, referentes ao consumo dos quais esse trabalho é derivado, são destaques os autores Fisher (1930), Keynes (1936) e Friedman (1957).

Fisher (1930) deduziu que o consumo poderia ser modelado com agentes racionais (uso eficiente da informação para otimizar sua utilidade que é o grau de satisfação que obtêm das coisas), que alocam toda a sua renda intertemporalmente para o consumo de acordo com a taxa de juros e consumem toda a renda adquirida ao longo da vida. Ou seja, as políticas econômicas que utilizam a renda corrente são infrutíferas em relação ao consumo, sendo que as alterações da taxa de juros têm um maior efeito ao gerar restrição ou liberação de liquidez.

Keynes (1936) propôs uma lei psicológica fundamental do consumo. O aumento da renda corrente gera, em menor escala, um aumento do consumo, portanto, sendo a principal determinante sistêmica de poupança nacional e individual. Tal teoria considera a poupança um bem superior, aquilo que cresce junto à renda e que a razão consumo/renda diminui ao passar do tempo. Não é considerada significativa a alocação intertemporal de

recursos mediada pela taxa de juros na determinação do consumo. Caso esteja correto, isso significa que políticas que atingem diretamente a renda corrente afetam significativamente o consumo.

Friedman (1957) considerava para efeitos de análise, que consumidores consomem como se soubessem e tendessem a consumir a sua renda permanente (a média da renda de toda a sua vida), e poupassem a sua renda transitória (as entradas aleatórias de renda), sem haver correlação entre essas duas variáveis. Isso significa, que apenas alterações sobre a renda permanente são passíveis de alterarem o consumo.

A veracidade de uma hipótese pode apenas ser determinada por indução (BURKS, 1946). Para testar as hipóteses mencionadas anteriormente, é evidente na literatura econômica a utilização da estatística indutiva: a econometria (ATTANASIO; WEBER, 2010; GUJARATI; PORTER, 2009). Portanto, a seguir, serão apresentados alguns achados relevantes ao presente trabalho. Kuznets (1942) apresentou que a teoria keynesiana, de aumento da razão poupança/renda, ao longo do tempo, era aplicável apenas no curto prazo, ela mantém uma estabilidade secular a longo prazo. Hall (1978) demonstrou que, o consumo agregado apresenta características de um passeio aleatório¹ (GUJARATI; PORTER, 2009), o mesmo resultado adquirido ao aplicar expectativas racionais à hipótese de renda permanente de Friedman (1957). Esse resultado é corroborado por Flavin (1981), que também concluiu que a sensibilidade à renda é maior do que a prevista pela hipótese da renda permanente.

Campbell e Mankiw (1989), inovaram ao produzir um modelo que possui dois grupos de consumidores, um segue a hipótese da renda permanente outro consome a renda corrente, em vez de um consumidor representativo² (um agente para representar um conjunto de agentes homogêneos). Campbell e Mankiw (1989) rejeitam a utilização do modelo com apenas um consumidor representativo, que segue a hipótese da renda permanente por não conseguir explicar, como fizeram, a alta sensibilidade do consumo à renda. No modelo de Campbell e Mankiw (1989), foi proposto que o consumo é determinado por uma média ponderada das rendas de dois grupos de agentes, um que segue a hipótese da renda permanente, baseada no trabalho de Hall (1978), e outro que consome a renda corrente. A proporção da renda alocada a cada grupo é importante para a

¹ Isso significa que a melhor previsão do consumo agregado amanhã é igual ao consumo agregado hoje mais um choque puramente aleatório (ou termo de erro).

² Como relata Reis et al. (1998)

“As evidências em Attanasio e Weber (2010), Attanasio e Browning (1995) e Runkle (1991) mostram que os resultados dos estudos de consumo utilizando-se dados de painel podem ser bastante distintos daqueles usando dados agregados (séries de tempo). Isso levanta a dúvida da validade da hipótese de consumidor representativo para estudos de consumo”

calibragem de modelos de previsão, como também é importante para a descrição teórica do consumo agregado, para uma melhor implementação de políticas públicas, por evidenciar o comportamento das rendas dos agentes econômicos, porém não permite diferenciar a regra psicológica de Keynes (1936) e da restrição ao crédito.

Em boa parte da literatura revisada, fez-se uma interpretação errônea, porém interessante do trabalho de Campbell e Mankiw (1989) (LOPES, 2017). Como relata Lopes (2017), os testes com modelos baseados no trabalho de Campbell e Mankiw (1989), medem o percentual da renda corrente, que explica as variações do consumo de acordo com cada teoria, não correspondendo à porcentagem populacional que segue cada teoria, como relatam, mas à fração da renda agregada atribuída à população que segue cada teoria.

Assim, o presente trabalho propôs criar um modelo, pressupondo alta liquidez ³, para capturar apenas a descrição das proporções populacionais de cada tipo de agente encontrado em Campbell e Mankiw (1989). Assim, apresenta mais evidências do que seria a distribuição de agentes, que utilizam a regra psicológica de Keynes (1936) e da hipótese da renda permanente de Friedman (1957) na economia brasileira ao ser descrita por meio dessas duas teorias no período entre 1996 e 2019. A decomposição do consumo agregado na porcentagem populacional proposta traria mais um índice para a melhor especificação de modelos de previsão do consumo, mais uma descrição do consumo agregado para a discussão teórica e de políticas públicas. Além disso, a produção de um modelo microfundamentado que apresenta um encaixe a dados reais, têm sido difícil, levantando a hipótese de haver um custo de oportunidade entre encaixe de modelos a dados reais e coerência interna microeconômica (WREN-LEWIS, 2018; CHICK, 2016; KRIESLER, 1996). Negar tal hipótese, daria uma evidência contrária à separação entre modelos para experimentação teórica e modelos para a escolha de políticas, e o modelo aqui trabalhado, indica que isso seja possível.

Assim como no trabalho de Reis et al. (1998, p. 3) é relatado que,

“O ideal seria usar dados de consumo ou poupança privados, desagregados por indivíduos ou famílias, num horizonte razoável de tempo, da forma como fazem Carroll e Samwick (1998)... esse tipo de painel de dados não está disponível no Brasil...”

o mesmo poderia ser dito sobre o presente trabalho, pois, tais dados ainda não existem. Se torna, então, necessário buscar uma alternativa econômica⁴ de pesquisa dos fatos (BURKS, 1946).

Portanto, considerando o corpo teórico existente e a disponibilidade de dados agregados para a resolução de tal problema, foi utilizado a forma de inferência abduativa

³ Campbell e Mankiw (1989) encontram para seis países e Lopes (2017) encontra para o Brasil entre 1947 e 2012 que a sensibilidade do consumo à taxa de juros é baixa.

⁴ "Econômica" no sentido de Peirce (BURKS, 1946) de diminuição de custos para se fazer uma pesquisa.

(PEIRCE et al., 1958-1966). Nela, é conhecido a regra⁵ e o resultado⁶, porém, não a causa⁷ para a construção de uma simulação baseada em agentes, que produziu séries temporais de consumo agregado modelado com base em diferentes proporções populacionais, utilizando as duas teorias descritas anteriormente, inspiradas no trabalho de Campbell e Mankiw (1989). O método abduutivo não demonstra condição suficiente para concluir que uma hipótese esteja correta, porém, possibilita elencar hipóteses apresentando a mais provável dentro das teorias e contexto que foram utilizadas⁸(BURKS, 1946). Para obter sucesso nessa análise, é necessário que as hipóteses das diversas porcentagens estejam claramente elencadas, e que os resultados modelados sejam próximos aos observados empiricamente (BURKS, 1946); ambos esses requisitos são obtidos aqui. As porcentagens foram elencadas com base no encaixe da série de consumo agregado modelado, associado a cada uma com a devida⁹ série de consumo agregado real.

Do modelo, foram adquiridas também as faixas de tempo mais prováveis utilizadas pelos agentes, que seguem a hipótese da renda permanente para compor o cálculo de seu consumo. Isso advém de uma diferença essencial entre a modelagem do consumo permanente feita por Campbell e Mankiw (1989) e o desse trabalho. Aquele pressupõe um agente racional com informação completa sobre o seu contexto. Isso culmina no pressuposto de que o consumo amanhã é o mesmo de hoje e busca calcular a variação do consumo com base em variáveis estacionárias defasadas. O trabalho presente pressupõe um agente que utiliza a indução numerativa¹⁰ (FANN, 1970; BACON, 1878), calculando a média de uma quantidade fixa de rendas passadas, como previsão do consumo corrente. Portanto, o que se altera nas duas metodologias são os pressupostos sobre completude e perfeição das informações, como elas limitam as projeções dos agentes sobre o consumo e qual aspecto do consumo agregado está sendo projetado.

Foram utilizados dados trimestrais do Brasil entre 1996 e 2019, pois, foi a maior faixa de dados trimestrais recentes encontrados pelo autor. Verificou-se que, entre 32% a 44% dos agentes consomem sua renda permanente e utilizam entre 19 a 29 dos últimos trimestres (4 anos e nove meses a 7 anos e 3 meses) para estimarem o consumo presente. Isso indica que, políticas que afetam o consumo corrente e que atingem a renda, tem

⁵ As regras seriam aqui o corpo teórico econômico.

⁶ O resultado, ou as conseqüentes manifestações empíricas, nesse trabalho é representado pelas séries temporais agregadas existentes, produtos do funcionamento dos processos econômicos.

⁷ A causa é o que é buscado na inferência abduitiva, no caso seria a distribuição do comportamento dos agentes na economia dentre as duas teorias testadas.

⁸ Esse limite é do método abduutivo e não de simulações baseadas em agentes.

⁹ A descrição sobre o como os dados foram trabalhados e associados se encontra na seção Metodologia

¹⁰ Limitações de informação e de custos de computação tornam mais provável que o consumidor comum busque parcimônia e heurísticas para o seu planejamento financeiro (SIMON, 1955). A indução enumerativa, onde se faz uso de uma pequena amostra para generalizar o todo, é uma ferramenta falível, porém, econômica para a determinação de valores para consumo através da renda.

um efeito diluído sobre o consumo brasileiro ao longo de cerca de quatro a sete anos, assim, reagindo fracamente para cerca de um terço da população. Os demais dois terços consomem a renda corrente de forma imediata.

O presente trabalho é dividido em seções que veremos a seguir. Na próxima seção, são revisadas a hipótese da renda permanente em sua versão estocástica e a visão comportamental keynesiana, sendo levantada a dificuldade de filtrar o que é regra psicológica, e o que é restrição ao crédito e como isso foi abordado no trabalho. Na terceira seção é explicado as metodologias de realização dos experimentos, é descrito a base de dados utilizados para o modelo e de análise dos resultados, incluindo as justificativas para as escolhas feitas. A quarta seção é composta pelos resultados, e finalmente, na quinta seção estará a conclusão e a discussão dos resultados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico será composto como a seguir. Primeiro será elaborado uma descrição mais detalhada da hipótese da renda permanente de Friedman (1957). Em diante, será descrito o como essa foi aperfeiçoada por Hall (1978) e a sua utilização da equação de Euler, que terá o seu funcionamento e importância relatado como uma incorporação da crítica de Lucas Jr. (1976). Seguidamente, é feito um detalhamento da teoria do consumo e do comportamento do consumidor de Keynes (1936) e a dificuldade de separar a regra psicológica (KEYNES, 1936) da restrição orçamentária. Ao final, é feita uma descrição do modelo trabalhado por Campbell e Mankiw (1989) e então, é explicado o porquê o método abduutivo foi a melhor escolha para se trabalhar as questões abordadas e como utilizar uma simulação baseada em agentes foi o melhor método disponível para essa empreitada.

De acordo com Modigliani (1986, p. 298, grifo do autor, tradução nossa)

“... Dorothy Brady e Rose Friedman (1947) elaboraram uma reconciliação dos resultados de Kuznets (1946) com evidência de estudo orçamentário de uma forte associação entre a taxa de poupança e a renda familiar. Elas demonstraram que os dados familiares implicam que a função de consumo aumentava no decorrer do tempo, enquanto a média da renda aumentava, de tal forma que a taxa de poupança não era explicada pela renda *absoluta* da família, mas a renda *relativa* à renda média.”

Milton Friedman (1957) desenvolveu a hipótese da renda permanente condizente com o resultado anterior, postulando a teoria de que consumidores consomem como se soubessem e tendessem a consumir a sua renda permanente e poupassem a sua renda transitória, não ocorrendo correlação entre essas duas variáveis. Isso significa que apenas alterações sobre a renda permanente são passíveis de alterarem o consumo. Desse modelo segue que, um consumidor tenha uma renda (y) para uma determinada faixa de tempo, sendo composto por sua renda permanente (y_p) e a sua renda transitória (y_t):

$$y = y_p + y_t. \tag{1}$$

O componente transitório (y_t) pode ser interpretado como um erro independente e igualmente distribuído, todavia esse se iguala a zero apenas no curto prazo composto pela experiência do agente, ao passo que esse valor não seja necessariamente zero ao incluir toda extensão da vida do consumidor; enquanto a renda permanente (y_p) seria a renda esperada pelo consumidor considerando sua riqueza, suas características pessoais, sua localização, os atributos de sua atividade econômica, sua personalidade, seu treinamento

etc.

O consumo (c) dentro de uma determinada faixa de tempo do agente consiste de uma função similar ao da renda, sendo composto por um componente permanente (c_p) e um componente transitório (c_t):

$$c = c_p + c_t. \quad (2)$$

O logaritmo do consumo permanente (C_p) é descrito como uma soma do logaritmo da renda permanente com o logaritmo de um valor escalar K que multiplica i , a taxa de juros pelo qual o agente pode realizar trocas financeiras, w , a razão entre a renda humana e não humana¹ e, u , os gostos e costumes do consumidor (os logaritmos das variáveis são representados pelos seus símbolos capitalizados verbatim Friedman (1957)):

$$C_p = K(i, w, u) + Y_p. \quad (3)$$

Não existe correlação entre o consumo transitório (c_t) e o permanente (c_p), assim como não existe correlação entre a renda transitória e o consumo transitório.

A hipótese da renda permanente encontrada no trabalho de Hall (1978) e Flavin (1981) é replicada em quase toda a literatura posterior, que debate diretamente com Campbell e Mankiw (1989): alguns exemplos na literatura nacional incluem Cavalcanti (1993), Reis et al. (1998), Gomes (2004), Gomes e Paz (2004), Gomes (2010), Costa e Carrasco-Gutierrez (2015), Lopes (2017) e Monteiro et al. (2019). Ela consiste em levar a hipótese da renda permanente às suas últimas consequências, ao explicá-la usando equações de Euler para representar as escolhas ideais de um agente representativo com expectativas racionais. Tal cuidado foi feito para adequar o trabalho à conhecida crítica de Robert Lucas Jr. (1976) (HALL, 1978). Essa crítica aponta para a inutilidade de funções de consumo que não se adaptam a um tratamento adequado das expectativas do(s) agente(s) modelado(s) na avaliação dos efeitos de políticas alternativas, independentemente de quão bem se encaixam aos dados (CAMPBELL; MANKIW, 1989).

De acordo com Parker (2008), a equação de Euler é a versão intertemporal da condição de primeira ordem que caracteriza a escolha ótima ao igualar os custos e os benefícios marginais esperados. Tais equações dão base para testar modelos que contêm incerteza em grandes amostras sem precisar de uma especificação quase que completa de

¹ Renda gerada pela riqueza (LAUMAS; RAM, 1980).

um modelo econômico e a estimar parâmetros modelados utilizando comportamentos dinâmicos observados, pois dão condições de ortogonalidade nos quais a equação pode se basear (PARKER, 2008). Sob estas expectativas racionais, as da matemática substituem as do agente, limitando-as dentro do contexto maior do modelo, gerando resultados condizentes tanto com as demais limitações impostas ao agente, quanto com as expectativas geradas pela otimização. Portanto, na aplicação feita por Hall (1978) os agentes tentam maximizar a seguinte equação de utilidade do consumo, onde U representa a função utilidade, C é o consumo, δ é a taxa subjetiva de desconto e E_t é a expectativa relativa às informações no tempo t :

$$E_t \sum_{s=0}^{\infty} (1 + \delta)^{-s} U(C_{t+s}), \quad U' > 0, \quad U'' < 0. \quad (4)$$

A primeira derivada da utilidade é positiva e a segunda derivada da utilidade é negativa. Isso significa que a utilidade esperada do agente racional em relação ao consumo é crescente, porém com taxas cada vez menores. Se o consumidor representativo consegue efetuar empréstimos à taxa real de juros r , então a condição ótima de primeira ordem seria:

$$E_t U'(C_{t+1}) = \left(\frac{1 + \delta}{1 + r} \right) U'(C_t). \quad (5)$$

É possível chegar à conclusão de passeio aleatório, obtendo-a como uma característica da variação do consumo seguindo o quinto corolário presente no trabalho de Hall (1978, p. 975, grifo do autor, tradução nossa):

"*Corolário 5*, —Suponha que a mudança na taxa marginal da utilidade de um período para o próximo é pequeno, tanto devido à taxa de juros estar próxima da taxa subjetiva de desconto, quanto devido à mudança estocástica ser pequena. Portanto, o próprio consumo segue um passeio aleatório, desconsiderando a tendência."

Posto de outra forma, assumindo que:

$$r = 0 \quad (6)$$

e que a utilidade marginal é linear, a previsão ótima do consumo esperado amanhã é o consumo de hoje, ou seja:

$$\Delta C_t = \varepsilon_t. \quad (7)$$

Na lei psicológica fundamental de Keynes (1936), o aumento da renda corrente tem efeito direto, porém em menor escala, sobre o aumento do consumo, sendo a renda, então, a principal determinante sistêmica da poupança nacional e individual. A taxa de juros não parece alterar a propensão ao consumo de um indivíduo, a não ser que, a taxa de juros tenha uma variação muito grande. Além disso, uma melhor distribuição de renda tende a aumentar o consumo (KEYNES, 1936, p. 64-65). A teoria keynesiana do consumo tem que a poupança é um bem superior, aumentando mais do que a renda, fazendo com que a razão consumo/renda diminua ao longo do tempo (MODIGLIANI, 1986). Keynes (1936) também formulou a propensão marginal a consumir, uma unidade para representar o quanto os agentes estão dispostos a utilizarem de sua renda no consumo. Três princípios foram formulados por Keynes (1936): i. a razão da variação do consumo sobre a variação da renda é sempre maior que zero e menor que um; ii. a propensão média da renda (a razão consumo sobre renda) cai com o aumento da renda, aumentando a proporção da poupança sobre a renda e; iii. a taxa de juros não afeta significativamente o consumo. Apesar de, o terceiro princípio ser comprovado empiricamente, o segundo só aparece no curto prazo, com a razão consumo/renda sendo constante a longo prazo (MANKIWI, 2010). O primeiro princípio, por conseguinte, é uma consequência matemática quando não há utilização da poupança para o consumo.

A separação entre o que é regra psicológica e o que é restrição orçamentária é dificultada pelo fato de ser difícil distinguir o que é um gasto planejado e o que é incapacidade de gastar mais. Como encontrado no trabalho de Hall e Mishkin (1982 apud THALER, 1994, p. 113, tradução nossa)

“Ao examinar mais detalhadamente, encontraram que 20 por cento de todo consumo (alimentação), não era explicado pelo modelo do ciclo de vida, e conseqüentemente, hipotetizaram que essa foi ‘posto a uma fração da renda corrente em vez de seguir uma regra de otimização mais complicada’ Isso os levaram a evidenciar que ‘estavam incapazes de distinguir esse sintoma de incapacidade (ou falta de vontade) de emprestar ou de pegar emprestado e do tipo de comportamento característico de consumidores que simplesmente se encontram deparados com altas taxas de juros’”.

O trabalho de Campbell e Mankiw (1989) consiste em reproduzir matematicamente a variação do consumo através do percentual da variação da renda corrente dos agentes

mais um percentual complementar de um erro independente e identicamente distribuído (iid), onde ΔC_t é a variação atual do consumo agregado, λ é um valor entre 0 a 1, Y_t é a renda total e ε_t é um erro iid:

$$\Delta C_t = \lambda \Delta Y_t + (1 - \lambda) \varepsilon_t \quad (8)$$

Essa é a construção do modelo matemático que visa interpretar a teoria de haver dois tipos de agentes, um que consome a sua renda corrente como proposto por Keynes (1936) e o outro em que o consumo seria análogo a um passeio aleatório, com a sua variação representando o erro de previsão racional e a inovação na renda permanente; ou seja, a renda permanente como construída por Hall (1978) e Flavin (1981). O trabalho de Campbell e Mankiw (1989) demonstrou que i. os agentes não tiveram reação significativa na antecipação de taxa de juros *ex ante* e; ii. quando agentes que consomem a renda corrente foram introduzidos ao modelo, os dados se tornam consistentes com os agentes que consomem a renda permanente contendo uma elasticidade de substituição próxima de zero. Tendo uma proporção de metade da renda indo pra cada tipo de agente, também deu margem para o questionamento do uso exclusivo do modelo de Hall (1978), pois a rejeição da hipótese nula de λ ser igual a zero significa que o modelo se torna mal especificado ao se retirar o consumo da renda corrente. Vale lembrar que assim como em Lopes (2017), temos em Gomes e Paz (2004) que é possível indicar pelo λ apenas a parcela da renda associada a cada hipótese e não à proporção populacional.

A seguir será descrito os resultados de parte da literatura nacional que fez uso do método de Campbell e Mankiw (1989). Cavalcanti (1993), para os anos de 1980 a 1989, encontrou que 68% da renda dos agentes é atribuível à hipótese da renda permanente. Entre os autores que interpretam erroneamente os limites da metodologia proposta por Campbell e Mankiw (1989) estão Reis et al. (1998), ao buscarem a proporção da renda atribuída a agentes que consomem de acordo com a renda corrente, na verdade, visavam à proporção populacional. Analisando o Brasil entre 1947 a 1994, estimaram que, entre 10% e 30% da renda está associada a agentes que seguem a hipótese da renda permanente.

No trabalho de Gomes e Paz (2004) é analisado uma amostra de sete países sul-americanos e neles o λ foi estatisticamente diferente de zero a 5% de significância. Gomes (2010) utilizou dados anuais de 1947 a 2005 de consumo e renda no Brasil e dados anuais de 1970 a 2005 de séries de juros. Ao testar o modelo de Hall (1978), o modelo de Campbell e Mankiw (1989) e uma versão desse modelo, porém com agentes sem acesso a crédito, os seus resultados foram que i.; a taxa de juros não foram significativas e; ii. a renda tem efeito simétrico ao consumo, porém não é significativa quando o sinal é negativo, indicando uma suavização do consumo, o que pode ser interpretado como a falta de acesso

a crédito. Para Lopes (2017) o valor para o Brasil entre 1947 e 2012 para λ seria a de 10%, com a introdução do volume de crédito nas estimativas, o percentual da renda que desvia da hipótese nula passa a ser de 25% a 35%. Entre os anos de 1995 a 2011, Costa e Carrasco-Gutierrez (2015) encontraram estimativas CRRA² (constant relative risk aversion) para λ entre 9% a 13% e estimativas por External Habits³ entre 15% a 28%, que são diferentes funções de Euler para expectativas racionais. Monteiro et al. (2019) encontrou um valor de λ de 70% ao analisar os anos de 1996 a 2016.

Na literatura revisada não houve a ocorrência de evidências consideradas fortes pelos autores que indicam poderem diferenciar o que é regra psicológica do que é restrição orçamentária na análise. Para se obter uma resposta conclusiva seria necessário utilizar dados em painel como a proposta por Carroll e Samwick (1998), que demonstram o consumo e as poupanças privadas desagregadas por indivíduos ou famílias.

Considerando o corpo teórico microeconômico existente e a disponibilidade de dados agregados, a escolha para abordar o problema de diferenciar a regra psicológica da restrição orçamentária foi a forma de inferência abductiva (PEIRCE et al., 1958-1966). Tal forma de inferência lógica permite utilizar resultados empíricos e um corpo teórico para elencar as melhores hipóteses que existem dentro de um estudo (BURKS, 1946), possibilitando a geração de explicações plausíveis dado o que é conhecido. A construção teórica que levou à construção do modelo de Campbell e Mankiw (1989) foi utilizada para criar, aqui, um modelo que conseguiria abordar os dados dentro da lógica de inferência abductiva. Tal modelo teria que ser capaz de pressupor alta liquidez para controlar a restrição de liquidez, de forma que apenas as regras comportamentais não associadas à restrição fosse levado em conta no processo decisório dos agentes e ser capaz de modelar para agentes individuais heterogêneos em diferentes proporções. O tipo de modelo escolhido para fazer tal abordagem, por encaixar nesses requisitos, foi a simulação baseada em agentes. Além disso, tal tipo de modelagem possibilita a expansão para análises com mais contextos, contendo maior heterogeneidade entre agentes, permitindo a implementação de heurísticas e fórmulas matemáticas para coordenar o processo de escolha dos agentes e dos processos dentro dos contextos em que podem habitar sem muito custo computacional adicional.

O autor do presente artigo, portanto, criou uma simulação baseada em agentes utilizando a plataforma de programação NETLOGO 6.1.0 (2019), um software criado por Wilensky e Rand (2015) para facilitar a programação de simulações baseadas em agentes. Para isso, esse software livre utiliza as linguagens de programação Scala e Java para compilar uma linguagem de programação de nível mais alto⁴ chamada Logo especializada

² Função isoelástica de utilidade.

³ "This parametric form of the individual preference assume that individual keeps the history of her own consumption, viewed as consumer's habit, allowing for non-separability of the utility function over time."(COSTA; CARRASCO-GUTIERREZ, 2015)

⁴ Uma linguagem de programação de nível mais alto é uma um passo mais longe da linguagem base utilizada para comunicar diretamente com a máquina. Isso torna ela mais legível e fácil

em estruturar simulações baseadas em agentes (TISUE; WILENSKY, 2004).

O funcionamento do modelo será melhor descrito e justificado na metodologia, porém será resumido a seguir. Como no trabalho de Campbell e Mankiw (1989), o modelo é composto por dois tipos de agentes, um que consome a sua renda total e outro que consome uma média de suas rendas de períodos anteriores; a renda sendo representada pelo PIB (*per capita*) trimestral. Agentes racionais com informação completa não foram utilizados para a formulação da renda permanente. No lugar foram criados agentes que utilizam uma heurística de basear o consumo corrente na média das rendas de um número fixo de períodos passados para estipularem o consumo presente.

O trabalho de Wilcox (1989 apud THALER, 1990) demonstra que efeitos sobre o consumo podem aparecer apenas após um aumento esperado da renda for concretizado, e a crítica de Lucas Jr. (1976), de acordo com Estrella e Fuhrer (1999, p. 21, tradução nossa), é “ao mesmo tempo um dos princípios mais aceitos entre economistas e um dos mais ignorados.” O trabalho de Estrella e Fuhrer (1999) mostra que não há garantia de estabilidade ao utilizar da equação de Euler na construção de expectativas racionais que olham para o futuro, e que modelos que olham para trás resultam em pouca evidência de instabilidade. Olhar para trás também não significa que tais modelos sejam altamente sensíveis a alterações de políticas.

Cada experimento do modelo gera uma série de tempo de consumo modelado. O modelo contém dois parâmetros fixos em cada experimento: a porcentagem de cada tipo de agente e a quantidade de períodos anteriores que os agentes que agem de acordo com a hipótese da renda permanente utilizarão no cálculo do consumo corrente. Os agentes podem efetuar empréstimos livremente com uma taxa de juros igual a zero.

Para obter sucesso nessa análise, é necessário que as hipóteses da proporção de cada tipo de agente modelado e do valor de períodos utilizados pelos agentes que consomem a renda permanente sejam claramente elencados e que os resultados modelados sejam próximos aos observados empiricamente (BURKS, 1946). Para verificar isso, a série temporal modelada do consumo agregado gerada em cada experimento são normalizadas e comparadas ao consumo agregado real normalizado (que estiver associada ao dado de PIB utilizado, vide a seção Base de Dados), gerando um valor que será denominado no trabalho de índice de semelhança.

Os resultados são analisados fazendo descrição da superfície do espaço de parâmetros onde os eixos são compostos pelos dois parâmetros, já citados, mais o inverso do índice de semelhança. O inverso é escolhido para facilitar na visualização da superfície do gráfico, pois o índice de semelhança é um valor entre 0 e 1. Ao analisar o inverso, portanto, as diferenças entre os índices são ampliadas. As hipóteses estarem claramente elencadas significa que ao analisar a superfície do gráfico, essa apresenta um U invertido, ou seja,

de manipular por humanos.

um máximo global. O valor do índice de semelhança ser baixo e os gráficos apresentarem um bom encaixe seria a forma de verificar o segundo parâmetro para a análise do trabalho ter sucesso.

3 METODOLOGIA

3.1 GERAÇÃO DOS DADOS

De acordo com Mollona (2008) simulações computacionais podem ser usadas como um laboratório teórico para rigorosamente manipular um processo dedutivo quando ferramentas analíticas não conseguem lidar com a complexidade de um sistema. Com elas, é possível escrutinar a ligação entre uma estrutura de relações causais cristalizadas numa teoria e o comportamento que postula. Assim assiste no discernimento entre afirmações sem fundamento e as que são verdadeiras, porém dentro de limitações específicas e de acordo com certos pressupostos. Podemos também identificar variáveis que estão faltando, fazer aparecer pressupostos escondidos e ilustrar implicações não óbvias de uma teoria, testando a sua consistência interna (LANGLEY, 1999), a sua robustez e o quanto pode ser generalizada (SALONER, 1994, p. 170). O presente trabalho busca ajudar a promover uma discussão dentro da linha de Meadows e Robinson (2002) sobre as diversas formas de como um modelo teórico pode ser trabalhado e testado, pois facilita na incorporação de novos paradigmas e ajuda a tornar mais robusto os métodos já existentes, pois evidencia os limites e benefícios desses e das alternativas.

A abordagem da modelagem no contexto de simulações baseadas em agentes é *bottom-up* (i.e.: de baixo pra cima) (AXELROD, 1997), ou seja, para fins da aplicação nesse trabalho de economia, é microfundamentada: que se apresentam como as interações de trocas financeiras entre os agentes e os comportamentos desses diante do fluxo de renda fazendo emergir padrões agregados como, por exemplo, o consumo agregado com característica de passeio aleatório (RICHARDSON, 2003). Tais padrões agregados e propriedades emergentes são advindas da estrutura e funcionamento do modelo (GILBERT; TROITZSCH, 2005), formados pelo fato de haverem agentes heterogêneos, cada um interagindo entre si, dentro das regras que delimitam o seu comportamento e o mundo ao seu redor, inclusive das características associadas ao fluxo de renda que adquirem. De acordo com Schillo, Fischer e Klein (2001), o comportamento no nível macro do sistema (seus estados) é um resultado do nível micro de comportamento dos agentes, pois são as interações entre os agentes que formam as estruturas estudadas, as séries temporais de consumo agregado modeladas. Tal funcionamento será detalhado a seguir.

3.1.1 Algoritmos do Modelo Baseado em Agentes

O autor do presente artigo criou uma simulação baseada em agentes, do qual denominou "SBA-Consumo-Agregado-Fal.nlogo"¹ utilizando a plataforma de programação NETLOGO 6.1.0 (2019), um software criada por Wilensky e Rand (2015) para facilitar

¹ O programa e os demais algoritmos nos apêndices podem ser encontrados no Github de Borges (2019).

a programação de simulações baseadas em agentes. Para isso, esse software livre utiliza as linguagens de programação Scala e Java para compilar a linguagem Logo, que é a linguagem de programação usada nas linhas de código criadas pelo autor e apresentadas nesse artigo (TISUE; WILENSKY, 2004). Na linguagem agentes são denominados *turtles* (*turtle* no singular).

Comum às simulações baseadas em agentes, o tempo do modelo funciona de forma discreta, não contínua. De acordo com Wilensky e Rand (2015), fórmulas matemáticas trabalham bem com equações lineares, porém o mundo pode operar de uma forma discreta e com mudanças, muitas vezes, repentinas. Um exemplo disso são tomadas de decisões feitas por indivíduos, tais ações são realizadas por um número discreto de pessoas e ocorrem e encadeiam em efeitos que podem acontecer de forma não gradual. A programação de um mundo que funciona dentro de um tempo discreto é também mais fácil de ser efetuada. Portanto, apesar de ser a norma a utilização de um tempo contínuo em modelagens com equações matemáticas, o tempo discreto apresenta-se adequado para simulações baseadas em agentes (WILENSKY; RAND, 2015). O funcionamento do modelo criado utilizando o tempo discreto, descrito adiante, justificará a sua utilização no trabalho.

Em cada passo de tempo discreto, denominado *tick* ou tique, que ocorrem ao se inicializar a simulação, tudo ocorre de acordo com a sequência programada no algoritmo denominado *go* encontrado nas linhas 32-44 do Algorithm 1 do Apêndice A.

Cada tique no modelo representa um trimestre, pois os dados observados são trimestrais. O modelo inicia-se com o tique 0, representando o primeiro trimestre de 1996, e termina no tique 92, representando o primeiro trimestre de 2019. Ou seja, um experimento, ou simulação, consiste na aplicação do algoritmo *go* 92 vezes.

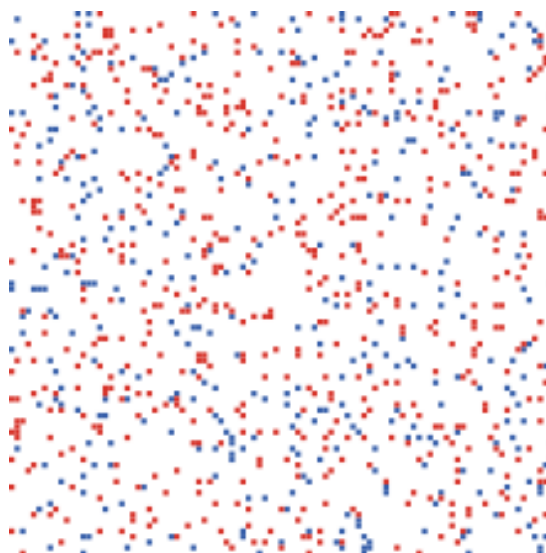
As linhas do algoritmo *go* serão melhores descritas adiante, porém, em suma, ela contém as seguintes instruções:

1. Os *patches* atualizam seus valores.
2. Agentes adquirem a renda fornecida pelo patch abaixo do agente.
3. Agentes pagam dívidas caso existam.
4. Agentes pegam empréstimos se necessário.
5. Agentes avaliam o consumo corrente e consomem.
6. Agentes avaliam a sua propensão marginal a consumir e são atualizados os gráficos do modelo.
7. Atualização do valor do tique.

A simulação produz um mundo virtual ocupado pelos agentes. Tal mundo, apresentado na Figura 1 com os pontos representando os agentes, é um plano cartesiano composto por *patches*, que formam as unidades quadradas discretas de espaço. Cada *patch* é ocupado por apenas um agente e fornece a esse a sua renda corrente para o período. Antes da

inicialização da simulação é determinado a série temporal de renda trimestral (A.0, A.1, A.2, A.3, B.0 ou B.1 encontrados na secção 3.2) que será utilizada para representar a renda nos períodos 0 a 92. Portanto, o valor da renda corrente correspondendo ao respectivo trimestre, associado ao presente tique na simulação da série temporal escolhida, será fornecido ao agente por meio da *patch* que ocupa. Esse método de fornecimento de informação da renda foi escolhido para facilitar futuras modificações da simulação como deslocamento de agentes para diferentes *patches* num espaço com rendas heterogêneas, a visualização limitada de agentes de rendas ao redor de si para onde poderiam se deslocar, a interação apenas com agentes dentro de determinado raio etc.

Figura 1 - Agentes na simulação



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Existem dois tipos de agentes: o planejador e o imediatista, respectivamente de cores azul e vermelha na simulação (como visto na Figura 1). Tais agentes diferem no cálculo que utilizam para determinar os seu comportamento de consumo como visto nas linhas 99 a 113 do algoritmo de consumo que se encontra no Algorithm 2 do Apêndice A. O consumo do planejador é a sua renda permanente e a do imediatista é a sua renda corrente. Os dois tipos de agentes foram escolhidos para dar prosseguimento ao trabalho de Campbell e Mankiw (1989), porém testando para proporções populacionais ao invés de proporções de rendas de agentes numa economia.

Cada agente não possui informação completa, retendo apenas informações sobre si e das próprias interações com os demais agentes. A utilização dessas variáveis será descrita mais adiante. Tais informações são as variáveis "riqueza", que é a medida do acúmulo de rendas passadas não consumidas; "consumo", que é o valor calculado do que consumirá; "talão de cheque", que são as informações sobre o quanto deve e a qual e a propensão

marginal a consumir, "pmgc", a renda do tique passado, "renda passada" e, o consumo do período passado, "consumo passado", que não são utilizados pelo agente e servem apenas para análises posteriores da simulação acerca da variação da pmgc.

Além dessas variáveis os planejadores possuem "memória" e "lembrança". A renda permanente seria a média móvel de k defasagens, sendo o valor k denominado "lembrança". Os valores das k rendas passadas que compõem o cálculo da média móvel são a sua "memória". Assim, uma lembrança de 1 representa a capacidade do agente guardar apenas a renda corrente em sua memória, uma lembrança de 2 representa a capacidade de guardar a renda corrente e a renda do período passado. A cada novo tique, caso o agente tenha guardado uma unidade a mais de rendas passadas do que a sua memória permite, esse descarta o valor mais antigo. Efetivamente não existe diferença entre um planejador de lembrança 1 e um imediatista. No modelo o valor da lembrança é homogêneo e determinado antes de início da simulação. O valor da lembrança é posto de forma homogênea para ser analisado qual o valor que, se utilizado por todos os agentes planejadores, mais aproxima o consumo agregado modelado ao consumo real. Esse mecanismo é demonstrado nas linhas 115 a 120 no Algorithm 3 do Apêndice A.

A riqueza dos agentes é acumulada pelo excesso de renda não consumida em cada tique. Quando um agente tem uma riqueza abaixo de sua vontade de consumir (a diferença absoluta entre a sua vontade de consumir e a sua riqueza sendo a definição para a sua vontade restrita), esse adquire um empréstimo com outro agente aleatório que tenha riqueza acima ou igual à sua vontade restrita. Quem e o quanto devem, ficam registrados no "talão de cheque" do agente. O algoritmo para o agente pegar empréstimo pode ser encontrado nas linhas 155 a 166 de Borges (2019) e uma cópia foi colocada no Algorithm 4 do Apêndice A.

Assim, a taxa de juros do modelo é zero, pois os agentes efetuam empréstimos desde que tenham os recursos para emprestar, independente da capacidade do mutuante de fazer devolver os recursos e sem ser cobrado alguma taxa em cima do recurso emprestado. Taxa de juros sendo igual a zero significa que isso não impacta nas decisões dos agentes, podendo ser estudado os efeitos das demais estruturas do modelo e especificamente o resultado no consumo agregado dos consumos individuais reagindo de formas diferentes à renda adquirida.

A vontade de consumir é definida pelo consumo calculado no período passado, assim o consumidor terá que realizar empréstimos antes de calcular qual foi o consumo efetivo do período presente. Efetivamente, isso significa que no momento de realização de trocas financeiras entre agentes, esses utilizam o conhecimento do consumo passado para prever o quanto será necessário para o consumo no período atual, pois esse ainda não ocorreu.

Agentes podem adquirir mais dívidas com outros antes de terem pago as suas

últimas. Ao passar de um tique, os agentes tentam pagar a menor dívida que tenham. Caso a riqueza não seja suficiente para quitar a dívida, o agente utiliza toda a sua riqueza para abater o máximo da dívida possível. O restante será pago no próximo período, caso possível. O agente que tiver riqueza inferior à vontade de consumir ou igual ou menor que zero não consome (lembrando que o agente ainda consegue buscar empréstimos antes de consumir). Isso pode ser visto nas linhas 169 a 205 no Algorithm 6 do Apêndice A.

Uma das limitações dessa simulação é a de que, por exemplo, os agentes planejadores utilizam apenas as informações disponíveis de renda. Portanto, caso tenham uma lembrança de 10, terão que passar por 10 períodos até que tenham 10 rendas em suas memórias. Antes disso, a quantidade de rendas na memória será necessariamente a quantidade de rendas que apareceram até então. Isso significa que os consumos agregados para lembranças k e $k-1$, contendo a mesma proporção entre agentes possuem curvas idênticas de consumo agregado modelado até o tique $k-1$, com o restante da curva diferenciando o encaixe entre os dois para os demais períodos. Isso pode vir a ser um problema caso os valores ótimos encontrados sejam muito próximos a valores de k muito grandes (próximos de 92), pois poucos períodos distinguiriam um k de outro. Caso o valor ótimo encontrado para k seja muito próximo de 92, o último período possível de ser analisado, não seria possível distinguir se o valor ótimo realmente é 92, ou se valores maiores equivalem sempre a encaixes melhores.

A inicialização do modelo é feito pelo algoritmo *setup* (Algorithm 5 do Apêndice A), que deve ser acionado antes de aplicar o algoritmo *go* 92 vezes em cada experimento. Ao acioná-lo o código limpa o modelo, reinicia a contagem de tiques, torna o ambiente branco (para facilitar a visualização dos agentes), estabelece a série observada de PIB (per capita), cria e aloca os agentes no ambiente de acordo com o valor de população total e a porcentagem de cada tipo de agente. Para cada agente o modelo atualiza a renda corrente para o PIB (per capita) do primeiro período e calcula o consumo desse período utilizando as limitações dos agentes: seus comportamentos descritos até então. Antes de cada experimento, para testar novos parâmetros, é necessário aplicar o algoritmo *setup* após serem estabelecidos.

3.1.2 BehaviorSpace: Criando as múltiplas séries de consumo agregado modelado

Para limitar a quantidade de dados gerados e para automatizar o processo de geração de dados foi utilizado a BehaviorSpace (TISUE; WILENSKY, 2004). De acordo com NETLOGO 6.1.0 (2019), a BehaviorSpace é uma ferramenta no Netlogo utilizada para explorar os espaços paramétricos dos parâmetros em modelos. Nessa ferramenta é definido como ocorreram os experimentos que foram analisados posteriormente. É uma ferramenta muito flexível, podendo registrar qualquer informação gerada pelo modelo de

uma sequência de experimentos em um único arquivo de tipo csv.

Ao simular metade dos valores das porcentagens² para cada valor de k possível (1 a 92, devido ao número de períodos) para uma única série de tempo trimestral de PIB geraria 4743 simulações, cada uma contendo uma série de tempo com 92 trimestres, ou seja 436356 valores. A automatização se faz necessária pela quantidade de vezes que o experimento teria que ser feito e o número de parâmetros de porcentagens testadas, limitadas para diminuir o custo de computação. Isso não teve efeitos nos resultados. O modelo fez uso de 100 agentes, pois é a quantidade necessária para testar as proporções percentuais estipuladas.

Um experimento é uma rodada do modelo. Nos experimentos do trabalho cada rodada foi composta de 92 tiques (portanto, sendo aplicado o algoritmo *go* 92 vezes em cada rodada), pois é o número de observações disponíveis nos PIBs do primeiro trimestre de 1996 ao primeiro trimestre de 2019. Foi extraído do modelo a soma do consumo de todos os agentes para cada tique, sendo, portanto, gerado uma série temporal de consumo agregado para cada par de parâmetros (porcentagem, memória/lembança). A porcentagem dirá a proporção de agentes seguindo cada teoria de consumo que explica o consumo agregado, enquanto a lembrança dirá quantos períodos no passado que os agentes planejadores utilizaram para estipularem o consumo corrente para cada série temporal de consumo agregado modelado. Após tais séries serem comparadas ao consumo agregado real, haverá como comparar quais apresentam um melhor encaixe, portanto permitindo a comparação de quais parâmetros permite a produção de uma série de tempo modelada que melhor se encaixa à real.

Ao passar a simulação pelo BehaviorSpace foram obtidas planilhas contendo dados para as variáveis "run", o número da rodada do experimento que foi realizado, "porc.plan", a porcentagem de agentes planejadores em determinada rodada, "lembança", o valor para k , "tick", os passos no tempo e "consumo" o consumo agregado associado a cada "tick".

3.2 BASE DE DADOS

Foram utilizados oito dados trimestrais advindos do INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE (2019) do consumo familiar e do PIB. A faixa de tempo utilizada foi a do primeiro trimestre de 1996 até o primeiro trimestre de 2019, pois foram os dados disponíveis no momento do estudo. Utilizando o método cúbico

² Foram utilizados os números pares entre 0 e 100 para as porcentagens populacionais. Foi a forma mais eficiente encontrada para se testar a maior amplitude de proporções possíveis. É indiferente escolher valores ímpares ou pares, é apenas uma forma de reduzir pela metade os valores testados de modo que cada valor esteja equidistante ao próximo ao longo da extensão de valores inteiros possíveis.

de trimestralização³, foi feita uma estimativa da população brasileira trimestral utilizando dados populacionais anuais do Tribunal de Contas da União (TCU). Com tais dados, foram estipulados a série temporal do PIB *per capita* e o Consumo Familiar *per capita*. Os dados foram rotulados como visto na Tabela 1. Para exemplificar, a série temporal do PIB com valores encadeados a preços de 1995 corresponde a A.0; enquanto a série do Consumo Familiar dividido pelos dados trimestrais populacionais, e esses foram obtidos manipulando as estimativas anuais do TCU, corresponde a D.0.

Na modelagem, descrito melhor na metodologia, foram utilizados os dados das colunas PIB e PIB *per capita* para criar séries temporais de consumo agregado modelado que foram, então, comparados com os dados da quarta e quinta coluna da Tabela 1 respectivamente.

Tabela 1 – Identificação dos dados utilizados advindos do IBGE

Estrutura dos dados	PIB	PIB <i>per capita</i>	Consumo Familiar	Consumo Familiar <i>per capita</i>
Valores encadeados a preços de 1995	A.0	B.0	C.0	D.0
Valores encadeados a preços de 1995 com ajuste sazonal	A.1	B.1	C.1	D.1
Série encadeada do índice de volume trimestral (média = 1995)	A.2		C.2	
Série encadeada do índice de volume trimestral com ajuste sazonal (média = 1995)	A.3		C.3	

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Isto posto, os dados de PIB (*per capita*) e os dados associados de consumo (*per capita*) são respectivamente: A.0, A.1, A.2, A.3, B.0 e B.1 e; C.0, C.1, C.2, C.3, D.0 e D.1. Adiante no texto, há outras tabelas que utilizam desses rótulos para fazer referência a essas séries de tempo. A seguir uma análise de autocorrelação e autocorrelação parcial dos dados.

Todos os dados rotulados com letra A ou C apresentam uma função de autocorrelação com decaimento linear que deixa de ser significativo a 5% após a defasagem 26 e uma função parcial de autocorrelação significativa apenas na primeira defasagem. As funções de B.0 e D.0 apresentam valores positivos antes da defasagem 30 e decaem apresentando pequenas ondulações, deixando de ser significativo a 5% na defasagem 25.

³ A trimestralização foi feita utilizando os métodos cúbico, linear e de denton. Os métodos cúbico e de denton apresentaram encaixes semelhantes, com o linear sendo o pior. O cúbica foi escolhida por a escolha ser indiferente da de denton.

Ambos apresentam funções de autocorrelação parcial significativas na primeira defasagem. As séries temporais com ajuste sazonal apresentam estacionariedade após ser retirado a primeira diferença, verificável pelo teste Dickey-Fuller onde rejeitam a hipótese nula de não estacionariedade a 10% de significância.

Tabela 2 – Funções de autocorrelação dos dados de PIB

Série de Tempo	Com Ajuste Sazonal	Sem Ajuste Sazonal
PIB. Valores encadeados a preços de 1995	<p>A.1</p>	<p>A.0</p>
PIB per capita. Valores encadeados a preços de 1995	<p>B.1</p>	<p>B.0</p>
PIB. Série encadeada do índice de volume trimestral (média = 1995)	<p>A.3</p>	<p>A.2</p>
<p>Acima das figuras em cada quadro há o rótulo do dado de PIB utilizado, fazendo referência à Tabela 1, e o ponto contendo o valor ótimo de porcentagem e lembrança.</p>		

Fonte: Elaborada pelo autor com base no pacote stats do R (2020).

3.3 METODOLOGIA DA ANÁLISE DOS DADOS

Essa seção descreve a metodologia usada na análise de dados que foi utilizada para se obter as informações que serão mais aprofundadas na seção de resultados. A simulação nesse trabalho pode ser usado para explicar o consumo agregado por meio da proporção de agentes que seguem determinadas teorias econômicas na estipulação

do consumo e o período de tempo que afetam as suas escolhas, e conseqüentemente, a duração dos efeitos das alterações na sua renda (SCHIERITZ; MILLING, 2003). Obtidos os parâmetros ótimos para o comportamento dos agentes, é possível então especular com cenários alternativos ao considerar constante as táticas⁴ psicológicas que agentes utilizam para lidar com informação incompleta e custos de computação e o período que utilizam para formular as suas interpretações sobre o presente e o futuro.

Os algoritmos utilizados para a análise foram programados na linguagem R, permitindo reprodutibilidade, e estão dispostos em Borges (2019) no arquivo "analise.Rmd".

Os dados observados e os dados modelados foram associados respectivamente às variáveis "consumo.real" e "consumo.modelado". A variável "consumo.modelado" contém todas as séries de tempo de consumo agregado modelado associado a A0, A1, A2, A3, B0 ou B1.

Em seguida a série de tempo observada e todas as séries de tempo modeladas passam por um processo de normalização por desvio padrão, ou seja, dentro de cada série de tempo todos os valores são subtraídos pela média e divididos pelo desvio padrão como no Algorithm 7 do Apêndice B.

Os dados modelados de consumo que utilizam das bases A0, A1, A2, A3, B0 e B1 foram, então, comparados respectivamente às séries C0, C1, C2, C3, D0 e D1. Para tal comparação foi considerado o Somatório dos Quadrados dos Resíduos dividido pelo número de observações⁵. Os valores gerados por tal processo foi denominado de índice de semelhança. Considerando que as séries foram normalizadas, o Somatório dos Quadrados dos Resíduos seria equivalente a $1 - R^2$, R^2 sendo comumente utilizado na literatura para medir encaixe de curvas modeladas e dados observados. O algoritmo criado para fazer a comparação se localiza no Algorithm 8 do Apêndice B.

Foi feito então uma análise gráfica para encontrar evidências de um ótimo global dentro dos limites estabelecidos de análise (1 a 92 de lembrança e 0 a 100 de porcentagem), gerando-se um gráfico tridimensional tendo como eixos: a porcentagem, a memória e os índices dos gráficos associados a cada um desses dois parâmetros. O ponto ótimo seria o que apresentar o menor valor do índice de semelhança. Como já mencionado anteriormente, para obter-se sucesso nessa análise, é necessário que as hipóteses das diversas porcentagens estejam claramente elencadas, e que os resultados modelados sejam próximos aos observados empiricamente (BURKS, 1946). Para isso, caso seja notado que em qualquer direção, o índice mais próximo ao ótimo sempre é menor do que o que vier

⁴ Para Marshall (1898) estratégias são ímpetus vagos sobre o que deve ser feito, no caso seria haver alguma forma de otimização do consumo frente o contexto interpretado pelo agente. A tática seria o método para se efetuar tal estratégia, aqui seria representado pela teoria econômica que rege o consumo de cada tipo de agente.

⁵ A divisão pelo número de observações foi feito caso houvesse a necessidade de comparar séries com tamanhos diferentes, não foi o caso.

imediatamente depois no sentido oposto ao ótimo, então, se torna possível de elencar e comparar cada par de parâmetros.

Devido aos valores muito pequenos encontrados para os índices de semelhança, foi gerado o inverso do índice para a análise gráfica e esse foi atribuído à coloração mais clara para dar maior destaque. O Algorithm 9 do Apêndice B foi usado para a comparação e a criação de uma tabela contendo uma relação dos parâmetros associados a A0, A1, A2, A3, B0 ou B1 e os elencando de melhor a pior encaixe. Tabelas como a Tabela 7 do Apêndice C contêm uma coluna para a proporção de cada tipo de agente, valor para a lembrança, o índice de semelhança e o seu inverso. A variável "consumo.modelado.analise" contém os dados de consumo modelado incluindo seus valores normalizados que é utilizado no Algorithm 9 do Apêndice B.

As séries temporais dos parâmetros ótimos disponibilizadas pelos gráficos do modelo também foram analisadas. O consumo agregado dos parâmetros ótimos foram avaliados para características de similaridade ao consumo real e de autocorrelação em comparação aos dados reais. Na próxima seção de resultados estará a apuração dos dados que fez uso da metodologia disposta nessa seção.

O modelo em si é um teste do custo de oportunidade entre encaixe de modelos a dados reais e coerência interna microeconômica. Caso esse modelo microfundamentado obtenha bons encaixes aos dados observados, isso daria uma evidência para a não existência dessa dicotomia.

Como já mencionado, o método abduutivo não demonstra condição suficiente para concluir que uma hipótese esteja correta, porém, possibilita elencar hipóteses apresentando a mais provável dentro das teorias e contexto que foram utilizadas (BURKS, 1946). Portanto, para obter sucesso nessa análise, é necessário que as hipóteses das diversas porcentagens estejam claramente elencadas, e que os resultados modelados sejam próximos aos observados empiricamente (BURKS, 1946).

Ser claramente elencado significa nesse trabalho, que, ao analisar todas as possibilidades de parâmetros estudados, é evidente que uma região do espaço paramétrico se sobressaia aos demais e que quanto mais se aproxima ao conjunto de parâmetros ótimos, maior é o índice de encaixe associado ao par de parâmetros sendo analisado.

4 RESULTADOS

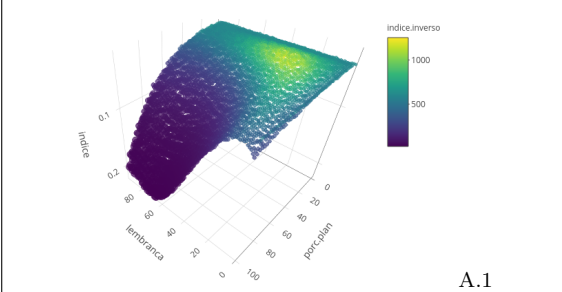
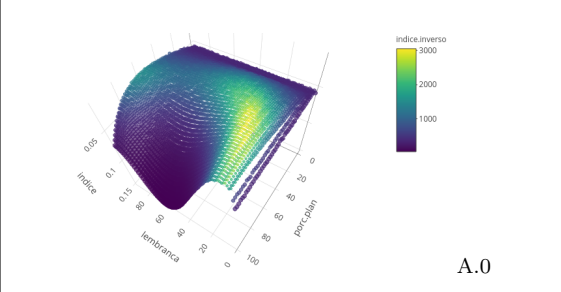
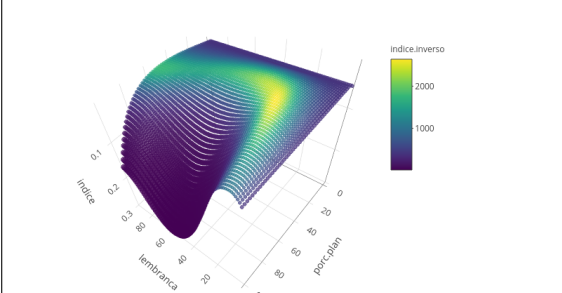
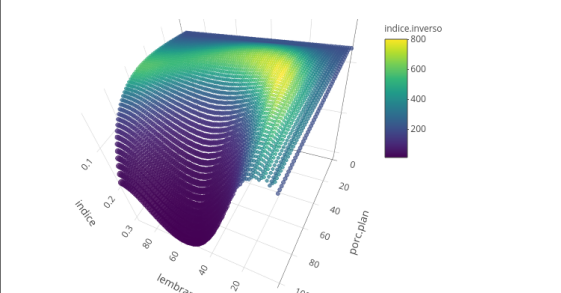
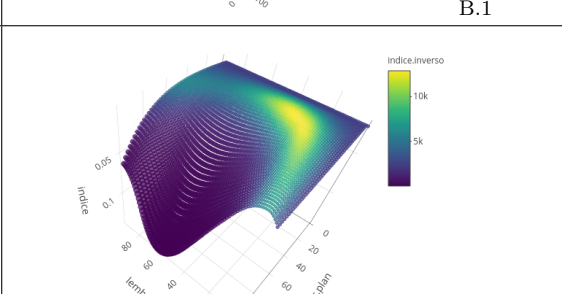
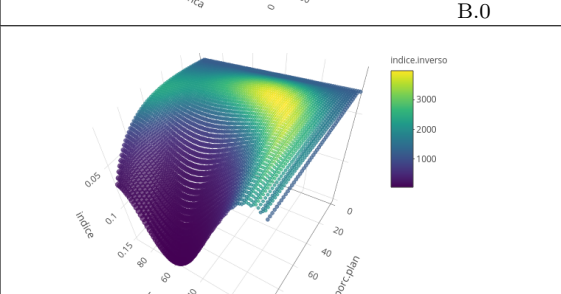
Os dois resultados mais importantes para esse trabalho são i. se as hipóteses utilizadas nas simulações são elencáveis e, sendo; ii. se os valores ótimos demarcados têm um bom encaixe com os dados observados. A 3 apresenta gráficos demonstrando o encaixe das séries temporais geradas pela simulação utilizando os dados reais de PIB aos dados de consumo agregado real. Cada ponto no gráfico representa uma série temporal de consumo simulada. Dois parâmetros diferenciam cada série simulada: a lembrança dos agentes e a porcentagem de agentes que são planejadores. Esses parâmetros são representados no gráfico pelos dois eixos inferiores. O índice de semelhança representa o encaixe da série simulada à série real: quanto menor o índice, melhor o encaixe. Tal índice aparece no gráfico no eixo vertical. Quanto mais alto no eixo vertical, menor o índice e, para facilitar a visualização, mais claro e amarelo o ponto.

Como pode ser visto na Tabela 3 abaixo, encontra-se para cada série de tempo de PIB utilizada na modelagem um máximo global bem definido no espaço parametral. Existe uma região com parâmetros que apresentam os melhores resultados e quanto mais próximo se chega ao par de parâmetros ótimos, melhor fica o encaixe.

Pela Tabela 3 é possível notar para todas as séries de PIB utilizadas, que quando a porcentagem de planejadores é igual a 100 (todos os agentes modelados seguindo a hipótese de renda permanente), poucos pares de parâmetros ficam com encaixe melhor do que quando todos os agentes consomem a renda corrente (porcentagem igual a 0). É notável também que, uma maior faixa de tempo para estipular o consumo corrente dos agentes planejadores, não resulta num melhor encaixe aos dados observados de consumo, sendo uma evidência contra um modelo com informação completa. Identificamos isso em todos os espaços parametraes, pois o índice de semelhança se encontra maior para valores de lembrança em torno de de 23 e cai para os demais valores.

Na Tabela 4 é possível comparar os resultados no espaço parametral. Ela contém gráficos para cada série de tempo de PIB utilizada na modelagem. O eixo y é composto pelo valor da lembrança e o eixo x pelo valor da porcentagem de planejadores na simulação (porc.plan). Foi utilizado o inverso do índice de semelhança para destacar a variação entre os encaixes, portanto, quanto maior for o inverso do índice (indice.inverso), melhor o encaixe. No gráfico, quanto maior for o valor do inverso do índice, mais claro é a coloração do ponto representando o conjunto porcentagem lembrança no plano cartesiano. Assim, é possível notar, em cada espaço parametral, uma região onde o encaixe se torna melhor do que os demais. Tais regiões estão localizadas em valores baixos de lembrança em todos os gráficos (entre 14 a 29 trimestres, representando respectivamente 4 anos e 9 meses e 7 anos e 3 meses) e para a maioria dos gráficos a porcentagem se localiza entre 32 a 44 por cento, com o gráfico associado a A.0 tendo uma porcentagem ótimo de 62.

Tabela 3 – Visão inclinada dos gráficos de qualidade do ajuste do modelo variando os parâmetros lembrança e “porc.plan” (porcentagem de planejadores).

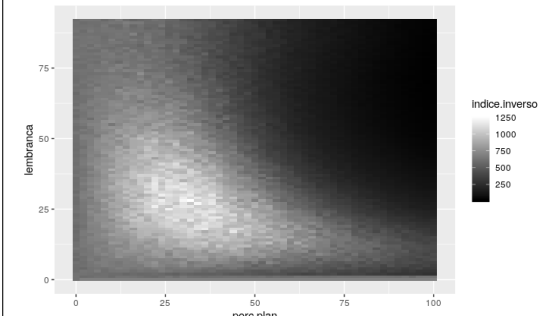
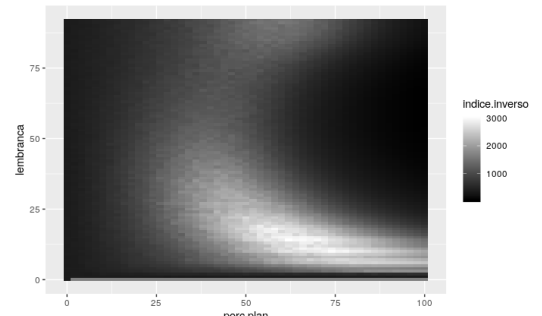
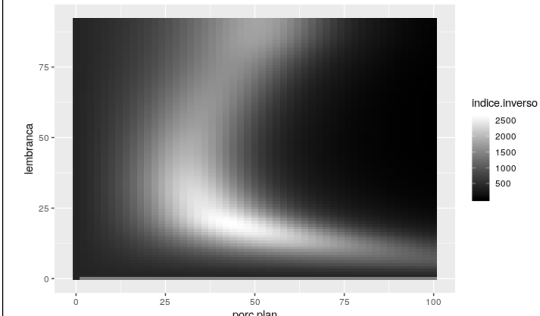
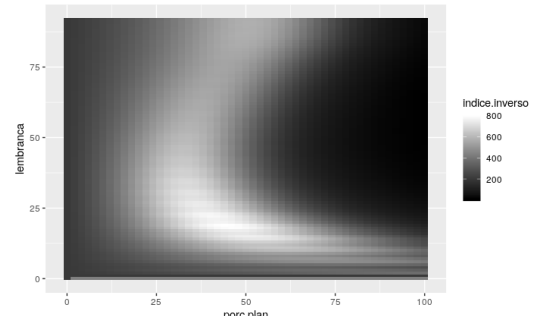
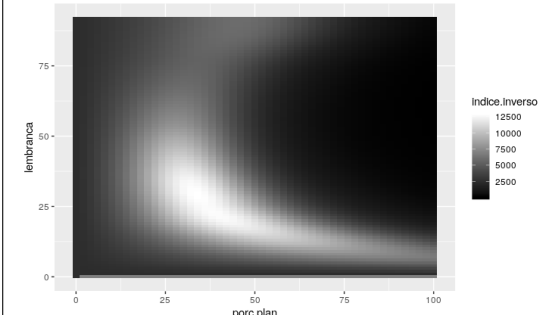
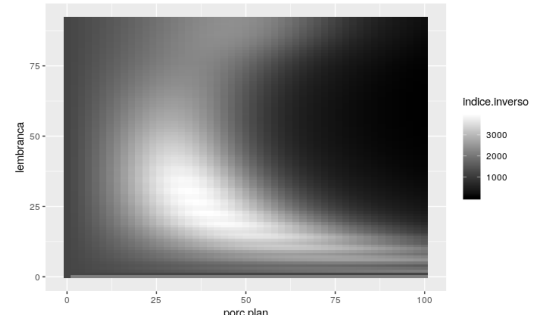
Série de Tempo	Com Ajuste Sazonal	Sem Ajuste Sazonal
PIB. Valores encadeados a preços de 1995	 <p>A.1</p>	 <p>A.0</p>
PIB per capita. Valores encadeados a preços de 1995	 <p>B.1</p>	 <p>B.0</p>
PIB. Série encadeada do índice de volume trimestral (média = 1995)	 <p>A.3</p>	 <p>A.2</p>

Abaixo das figuras em cada quadro há o rótulo do dado de PIB utilizado, fazendo referência à Tabela 1, e o ponto contendo o valor ótimo de porcentagem e lembrança.

Fonte: Elaborada pelo autor utilizando o pacote plotly do R (2020).

Nos espaços paramétricos associados a A.1 existem alterações não muito graduais de encaixe ao se aproximar do conjunto ótimo de parâmetros. Isso foi causado por uma perturbação gerada no início de cada modelagem utilizando a série de PIB associada a A.1. Tal perturbação foi criada devido a agentes fazerem empréstimos especulando sobre o valor do consumo corrente, antes de, de fato consumirem no segundo trimestre modelado. Devido aos valores fornecidos pela série A.1, os agentes não tinham renda ou riqueza suficientes para consumirem no segundo trimestre, gerando uma grande queda no consumo. Tal problema foi gerado devido não ter sido colocado uma riqueza grande o suficiente para os agentes no início da simulação. Devido à estrutura do modelo e das demais informações fornecidas, tal queda não teve um impacto maior nos demais tiques das simulações associadas a A.1.

Tabela 4 – Qualidade do ajuste do modelo variando os parâmetros lembrança e “porc.plan” (porcentagem de planejadores).

Série de Tempo	Com Ajuste Sazonal	Sem Ajuste Sazonal
<p>PIB. Valores encadeados a preços de 1995</p>	 <p>A.1</p>	 <p>A.0</p>
<p>PIB per capita. Valores encadeados a preços de 1995</p>	 <p>B.1</p>	 <p>B.0</p>
<p>PIB. Série encadeada do índice de volume trimestral (média = 1995)</p>	 <p>A.3</p>	 <p>A.2</p>

Abaixo das figuras em cada quadro há o rótulo do dado de PIB utilizado, fazendo referência à Tabela 1

Fonte: Elaborada pelo autor utilizando o pacote plotly do R (2020).

São apresentados as séries modeladas com pior encaixe na Tabela 6 no Apêndice C. É possível notar que mesmo os piores resultados nas simulações apresentam tendências que seguem o caminho geral do consumo agregado observado. Nota-se que os piores resultados estão todos associados à utilização de todos os agentes seguindo a hipótese da renda permanente. Vale ressaltar que é possível obter da modelagem os dados desagregados para cada grupo de agentes para qualquer par de parâmetros, porém, isso não foi necessário para responder às propostas do presente trabalho. Portanto, não é correto utilizar ou interpretar o consumo agregado com porcentagem igual a 100 como sendo as respostas do

agente planejador frente a qualquer valor de lembrança como sendo um resultado *ceteris paribus*.

O segundo resultado importante para esse trabalho é, se as séries de tempo modeladas possuem um bom encaixe com as séries de tempo observadas. Ao aplicar as séries de tempo de PIB na simulação e comparando os resultados com as séries de tempo de consumo, obtemos dois valores que calibram a simulação, possuem significados pouco abstratos e são testáveis contra a realidade.

É possível obter resposta a essa questão ao observar a Tabela 5. Demais informações sobre os melhores parâmetros associados a cada série de tempo de PIB pode ser encontrado nas Tabelas 7 a 12 no Apêndice C.

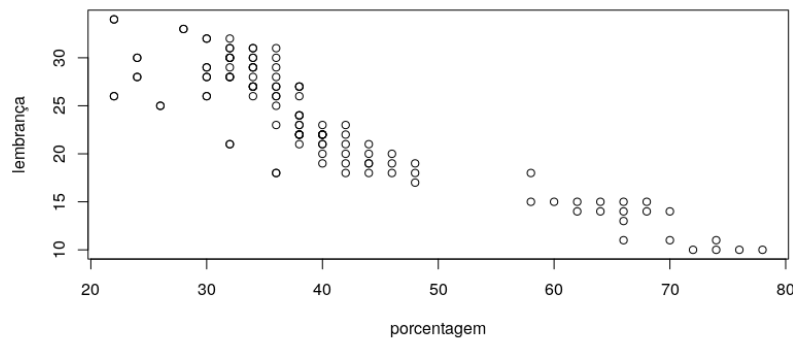
Observando a as tabelas 7 a 12 do Apêndice C, encontramos os primeiros 20 pares de parâmetros com maior encaixe entre consumo modelado e real para as diferentes séries de PIB utilizadas. Nota-se na Figura 2 abaixo, que existem dois agrupamentos, um antes e outro depois do valor de porcentagem igual a 50. O agrupamento inferior à direita são os valores encontrados para a série de tempo A.0. Analisaremos, a seguir, a localização dos valores parametrais ótimos indicados nas tabelas anteriores.

A média e desvio padrão da porcentagem de planejadores para A.0, A.1, A.2, A.3, B.0 e B.1 são respectivamente 67.1(5.7), 31(5.5), 37(3.3), 35.2(2.6), 31(5.5) e 43.1(3.2).

A media e desvio padrão da lembrança relativas às mesmas séries são respectivamente 13.2(2.3), 27(4.1), 26(3.7), 27.1(3.3), 27(4.1) e 19.6(1.4).

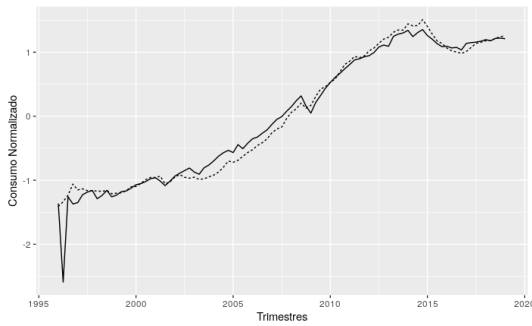
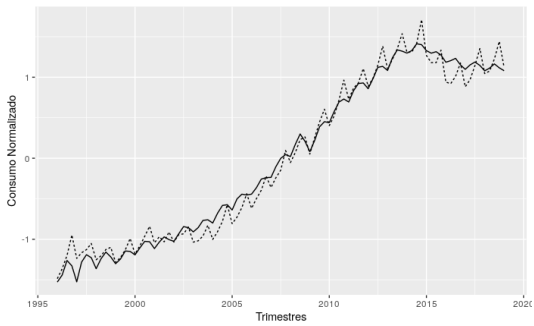
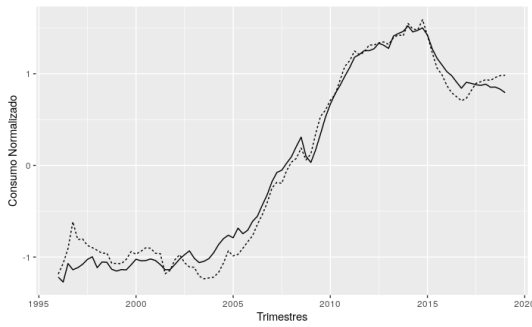
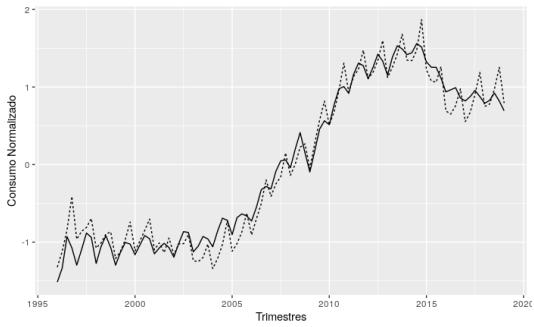
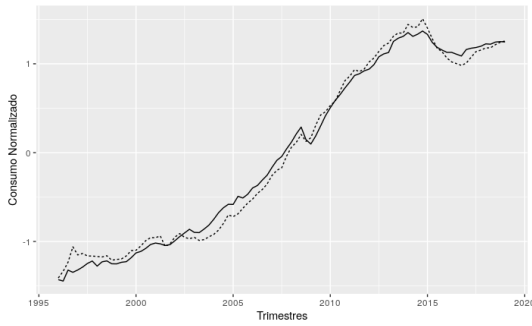
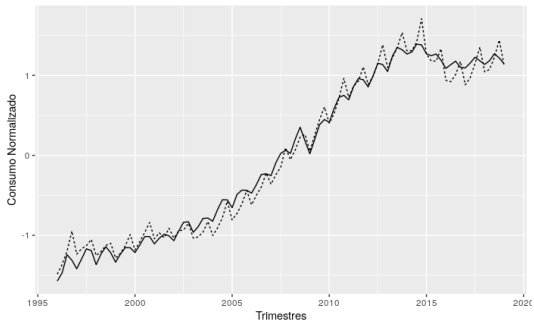
A média e o desvio padrão de todos os pontos para a porcentagem de planejadores e lembrança são de respectivamente 40.7(13.3) e 23.3(6.2). Os valores quando excluídos os pontos de A.0 são respectivamente 35.46(6.1) e 25.3(4.5).

Figura 2 - Pares de valores dos vinte melhores encaixes para cada série de tempo de PIB



Fonte: Elaborada pelo autor utilizando R (2019).

Tabela 5 – Comparação do consumo modelado normalizado com melhor encaixe ao consumo real normalizado ao utilizar diferentes séries de PIB na simulação

Série de Tempo	Com Ajuste Sazonal	Sem Ajuste Sazonal
PIB. Valores encadeados a preços de 1995	 <p>A.1 (32, 28)</p>	 <p>A.0 (62, 14)</p>
PIB per capita. Valores encadeados a preços de 1995	 <p>B.1 (42, 20)</p>	 <p>B.0 (44, 19)</p>
PIB. Série encadeada do índice de volume trimestral (média = 1995)	 <p>A.3 (34, 29)</p>	 <p>A.2 (38, 23)</p>

A linha contínua representa o consumo modelado normalizado e a linha pontilhada representa o consumo real normalizado. Abaixo das figuras em cada quadro há o rótulo do dado de PIB utilizado, fazendo referência à Tabela 1, e o conjunto contendo o valor ótimo de porcentagem e lembrança.

Fonte: Elaborada pelo autor utilizando o pacote ggplot2 do R (2020).

5 CONCLUSÃO E DISCUSSÃO

Uma grande proporção do PIB nacional advém do consumo e esse responde a variações na renda. Para a nossa análise do consumo nacional, desagregando os dados disponíveis, foi necessário a construção de uma simulação baseada em agentes para elencar as melhores hipóteses¹ disponíveis dentro da teoria econômica por meio do método abdutivo.

O método utilizado nesse trabalho não é suficiente para verificar a veracidade das hipóteses elencadas (incluindo os parâmetros utilizados), sendo necessário que fosse utilizado o método indutivo com uma grande base de dados das famílias de toda a nação, como feito por Carroll e Samwick (1998). Já que, não existe esta base de dados consolidada com o nível de detalhamento exigido e incluindo todo o Brasil, com esse modelo, nesse presente trabalho, foi possível apresentar dentro da teoria conhecida e com a base de dados disponíveis os resultados mais prováveis.

Por meio da simulação baseada em agentes foi feito um laboratório onde testou-se duas teorias econômicas de comportamento do consumidor para verificar qual das conjunturas estipuladas mais se assemelha aos dados observados. A obtenção de resultados com alto encaixe com a utilização de um modelo microfundamentado é evidência contrária ao custo de oportunidade apresentado em Wren-Lewis (2018).

É importante entender as porcentagens populacionais, e não a proporção da renda total disponível, que seguem determinadas teorias econômicas, devido a importância da localização de tais rendas. Quando é feita políticas de aumento da renda, importa entender como os agentes atuam frente tal mudança de cenário seguindo seu método de otimização, pois i. os efeitos psicológicos e as alterações econômicas decorrentes estão associados aos agentes e não à quantia total de renda que foi disponibilizada e; ii. tais políticas focam nas vidas dos agentes e não apenas em como o cálculo agregado atinge o PIB, sendo que deve-se abrir margem para o entendimento dos pormenores individuais na teoria econômica dos efeitos e reações micro de políticas macroeconômicas. Esse segundo ponto é uma proposta para futuros trabalhos.

Futuras modificações do trabalho podem incluir uma maior heterogeneidade entre agentes, como a inclusão de diferentes faixas de renda, para um melhor entendimento dos efeitos de políticas macroeconômicas sobre os diferentes segmentos da sociedade e também o como os índices macroeconômicos reagem às alterações desses diferentes segmentos. Outra modificação que poderia ser feita é uma análise com mudanças genéticas de táticas de consumo na tentativa de otimização diante de um quadro com distribuição heterogênea de rendas.

Para futuros trabalhos seria interessante procurar os efeitos de não ergodicidade,

¹ de teoria econômica utilizada por cada grupo de agentes

como, por exemplo, adicionando desigualdade no modelo. A renda poderia ser alocada conforme uma frequência log-normal que se assemelha à distribuição de renda real. Com cada agente recebendo uma proporção diferente da renda média, os efeitos de uma adição *lump sum* de renda sobre diferentes faixas de renda poderiam ser analisadas.

Como melhoria a esse trabalho, poderia ser feito uma análise mais profunda sobre o presente modelo, buscando entender o porquê de variar tanto os resultados para as diferentes séries de PIB.

Seguindo a crítica de Lucas Jr. (1976), os mecanismos de reação dos agentes frente a diferentes cenários foram definidos. Diferente da utilização da equação de Euler, foi possível a construção de agentes que adotam comportamentos não limitados a variações graduais na utilidade, a utilização de apenas um agente representativo, ou apresentando resultados que não encontram paralelo na realidade. Aliás, devido aos resultados apresentados nesse trabalho, nota-se que o modelo com apenas um agente representativo é muito limitante.

Foi encontrado que, tanto o consumo corrente advindo da teoria de Keynes (1936), quanto a hipótese da renda permanente de Friedman (1957), conseguem explicar o consumo agregado, porém apenas quando trabalhados em conjunto. Ou seja, alterações sobre o consumo corrente e permanente afetam significativamente o consumo agregado. Políticas que atingem a renda dos consumidores afetam o consumo corrente porém é diluído nos próximos 4 anos e 9 meses a 7 anos e 3 meses por cerca de um terço da população com os demais consumindo a renda corrente de forma imediata. Teoricamente, de acordo com o modelo, se as formas da população de lidar com as oscilações de renda permanecerem inalteradas, o auxílio emergencial liberado para a população durante esse ano inicial do coronavírus foi utilizado de forma imediata por dois terços da população. Devido o valor ser pequeno relativo à renda média, os efeitos durante os próximos anos desse um terço de população, que atua semelhante aos planejadores do modelo, será pequena.

REFERÊNCIAS

- ATTANASIO, O. P.; BROWNING, M. Consumption over the life cycle and over the business cycle. **The American Economic Review**, American Economic Association, v. 85, n. 5, p. 1118–1137, dez. 1995. ISSN 00028282. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2950978>>.
- ATTANASIO, O. P.; WEBER, G. Consumption and saving: Models of intertemporal allocation and their implications for public policy. **Journal of Economic Literature**, v. 48, n. 3, p. 693–751, set. 2010. Disponível em: <<http://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/jel.48.3.693>>.
- AXELROD, R. **The Complexity of Cooperation: Agent-Based Models of Competition and Collaboration**. Princeton University Press, 1997. ISBN 9780691015675. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/j.ctt7s951>>.
- BACON, F. **Novum organum**. [S.l.]: Clarendon press, 1878.
- BANCO MUNDIAL. Consumo familiar Brasileiro enquanto porcentagem do PIB. 2019a. Disponível em: <<https://data.worldbank.org/indicator/NE.CON.PRVT.ZS?contextual=default&locations=BR&view=chart>>. Acesso em: 8 jun. 2019.
- BANCO MUNDIAL. Consumo familiar Mundial enquanto porcentagem do PIB. 2019b. Disponível em: <<https://data.worldbank.org/indicator/NE.CON.PRVT.ZS?view=chart>>. Acesso em: 8 jun. 2019.
- BORGES, F. G. S. SBA-Consumo-Agregado-Fal.nlogo. 2019. Disponível em: <<https://github.com/Falnesio/TCC>>. Acesso em: 8 jun. 2019.
- BRADY, D. S.; FRIEDMAN, R. D. Savings and the income distribution. In: CONFERENCE ON RESEARCH IN INCOME AND WEALTH (Ed.). **Studies in Income and Wealth**. NBER, 1947. v. 10, p. 247–265. Acesso em: 8 jun. 2019. Disponível em: <<http://www.nber.org/chapters/c5687>>.
- BURKS, A. W. Peirce's theory of abduction. **Philosophy of Science**, v. 13, n. 4, p. 301–306, out. 1946. Disponível em: <<https://doi.org/10.1086/286904>>.
- CAMPBELL, J. Y.; MANKIW, N. G. Consumption, income, and interest rates: Reinterpreting the time series evidence. **NBER macroeconomics annual**, MIT Press, v. 4, p. 185–216, 1989.
- CARROLL, C. D.; SAMWICK, A. A. How important is precautionary saving? **The Review of Economics and Statistics**, The MIT Press, v. 80, n. 3, p. 410–419, 1998. ISSN 00346535, 15309142. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2646749>>.
- CAVALCANTI, C. B. Intertemporal substitution in consumption: an american investigation for brazil. **Brazilian Review of Econometrics**, v. 13, n. 2, p. 203–229, 1993.
- CHICK, V. On microfoundations and keynes' economics. **Review of Political Economy**, Routledge, v. 28, n. 1, p. 99–112, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/09538259.2016.1108130>>.

COSTA, M. G.; CARRASCO-GUTIERREZ, C. E. Testing the optimality of consumption decisions of the representative household: Evidence from Brazil. **Revista Brasileira de Economia-RBE**, FGV/EPGE-Escola Brasileira de Economia e Finanças, Getúlio Vargas Foundation . . . , v. 69, n. 3, p. 373–387, 2015. ISSN 1806-9134. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rbe/article/view/30037>>.

ESTRELLA, A.; FUHRER, J. C. **Are "Deep" Parameters Stable? The Lucas Critique as an Empirical Hypothesis**. [S.l.], 1999. v. 85, n. 1, 94-104 p. Disponível em: <<https://ideas.repec.org/p/fip/fedbwp/99-4.html>>.

FANN, K. T. **Peirce's theory of abduction**. 1ª. ed. [S.l.]: Haia:Martinus Nijhoff, 1970.

FISHER, I. **Theory of interest: as determined by impatience to spend income and opportunity to invest it**. [S.l.]: Augustus Kelly Publishers, Clifton, 1930.

FLAVIN, M. A. The adjustment of consumption to changing expectations about future income. **Journal of Political Economy**, University of Chicago Press, v. 89, n. 5, p. 974–1009, 1981. ISSN 00223808, 1537534X. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/1830816>>.

FRIEDMAN, M. The permanent income hypothesis. In: _____. **A Theory of the Consumption Function**. 1ª. ed. Princeton: Princeton University Press, 1957. p. 20–37. Disponível em: <<http://www.nber.org/chapters/c4405>>.

GILBERT, N.; TROITZSCH, K. **Simulation for the social scientist**. 2ª. ed. [S.l.]: McGraw-Hill Education, Open University Press, 2005.

GOMES, F. A. R. Consumo no Brasil: teoria da renda permanente, formação de hábito e restrição à liquidez. **Revista Brasileira de Economia**, scielo, v. 58, n. 3, p. 381 – 402, 09 2004. ISSN 0034-7140. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-71402004000300004&nrm=iso>.

GOMES, F. A. R. Consumo no Brasil: comportamento otimizador, restrição de crédito ou miopia? **Revista Brasileira de Economia**, SciELO Brasil, v. 64, n. 3, p. 261–275, jul-set. 2010. ISSN 1806-9134. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rbe/article/view/1052>>.

GOMES, F. A. R.; PAZ, L. S. Especificações para a função consumo: Testes para países da América do Sul. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), v. 34, n. 1, p. 39–55, 2004.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Basic econometrics**. 5ª. ed. [S.l.]: McGraw-Hill, 2009.

HALL, R. E. Stochastic implications of the life cycle-permanent income hypothesis: Theory and evidence. **Journal of Political Economy**, The University of Chicago Press, v. 86, n. 6, p. 971–987, dez. 1978.

HALL, R. E.; MISHKIN, F. S. The sensitivity of consumption to transitory income: Estimates from panel data on households. **Econometrica**, [Wiley, Econometric Society], v. 50, n. 2, p. 461–481, 1982. ISSN 00129682, 14680262. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/1912638>>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA - IBGE. Sistemas de Contas Nacionais Trimestrais – SCNT: Tabelas Completas do Segundo Trimestre de 2019. 2019. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9300-contas-nacionais-trimestrais.html?=&t=resultados>>. Acesso em: 1 ago. 2019.

KEYNES, J. M. **The General Theory of Employment, Interest, and Money**. [S.l.]: Kessinger Publishing, 1936.

KRIESLER, P. Microfoundations: A kaleckian perspective. In: _____. **An Alternative Macroeconomic Theory: The Kaleckian Model and Post-Keynesian Economics**. Dordrecht: Springer Netherlands, 1996. p. 55–72. ISBN 978-94-009-1810-8. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-94-009-1810-8_4>.

KUZNETS, S. Uses of national income in peace and war. In: _____. **Uses of National Income in Peace and War**. NBER, 1942. p. 1–45. Disponível em: <<http://www.nber.org/chapters/c9339>>.

KUZNETS, S. Introduction to "national income: A summary of findings". In: _____. **National Income: A Summary of Findings**. NBER, 1946. p. 1–2. Disponível em: <<http://www.nber.org/chapters/c5437>>.

LANGLEY, A. Strategies for theorizing from process data. **The Academy of Management Review**, Academy of Management, v. 24, n. 4, p. 691–710, out. 1999. ISSN 03637425. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/259349>>.

LAUMAS, G. S.; RAM, R. Human and nonhuman wealth in demand-for-money functions. **Journal of Political Economy**, University of Chicago Press, v. 88, n. 1, p. 186–193, fev. 1980. ISSN 00223808, 1537534X. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/1830966>>.

LOPES, L. S. Testando teorias para o consumo agregado no brasil. **Nova Economia**, v. 27, n. 1, p. 209–240, 30 jun. 2017.

LUCAS JR., R. Econometric policy evaluation: A critique. **Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy**, v. 1, p. 19–46, 1976. ISSN 0167-2231.

MANKIWI, N. **Macroeconomics**. 7^a. ed. Worth Publishers, 2010. The Intermediate-Level Textbook Also available as *Macroeconomics and the Financial System*, with Laurence Ball. Disponível em: <<http://www.worthpublishers.com/mankiw>>.

MARSHALL, A. Distribution and exchange. **The Economic Journal**, [Royal Economic Society, Wiley], v. 8, n. 29, p. 37–59, 1898. ISSN 00130133, 14680297. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2956696>>.

MEADOWS, D. H.; ROBINSON, J. M. The electronic oracle: computer models and social decisions. **System Dynamics Review**, v. 18, n. 2, p. 271–308, 2002. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sdr.239>>.

MODIGLIANI, F. Life cycle, individual thrift, and the wealth of nations. **The American Economic Review**, American Economic Association, v. 76, n. 3, p. 297–313, 1986. ISSN 00028282. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/1813352>>.

MOLLONA, E. Computer simulation in social sciences. **Journal of Management & Governance**, Springer, v. 12, n. 2, p. 205, 2008.

MONTEIRO, M. S. et al. Testes e estimações dos modelos de consumo agregado. **Tese (Programa Stricto Sensu em Economia de Empresas) - Universidade Católica de Brasília**, 2019.

NETLOGO 6.1.0. User Manual. BehaviorSpace Guide. 2019. Disponível em: <<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/docs/behaviorspace.html>>. Acesso em: 8 jun. 2019.

PARKER, J. A. Euler equations. **The New Palgrave Dictionary of Economics**, Springer, v. 1–8, p. 1851–1854, 2008.

PEIRCE, C. S. Five hundred and eighty-first meeting. april 9, 1867. monthly meeting; on the natural classification of arguments. **Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences**, American Academy of Arts & Sciences, v. 7, p. 261–287, 1865. ISSN 01999818. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/20179566>>.

PEIRCE, C. S. et al. **The Collected Papers of Charles Sanders Peirce**. [S.l.]: Belknap Press of Harvard University Press, 1958–1966. v. 1-8.

REIS, E. J. et al. Renda permanente e poupança precaucional: evidências empíricas para o brasil no passado recente: versão revisada. **Escola de Pós-Graduação em Economia da FGV**, v. 28, n. 2, p. 233–272, out. 1998. Disponível em: <<https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/914/338-000085844.pdf>>.

RICHARDSON, K. A. On the limits of bottom-up computer simulation: Towards a nonlinear modeling culture. In: SPRAGUE, R. H. J. (Ed.). **Proceedings of the 36th Annual Hawaii International Conference on System Sciences**. [S.l.], 2003. p. 9–pp.

RUNKLE, D. E. Liquidity constraints and the permanent-income hypothesis: Evidence from panel data. **Journal of Monetary Economics**, Elsevier, v. 27, n. 1, p. 73 – 98, 1991. ISSN 0304-3932. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0304393291900059>>.

SALONER, G. Game theory and strategic management: Contributions, applications, and limitations; in fundamental issues in strategy. In: _____. **Fundamental issues in strategy: A research agenda**. [S.l.]: Harvard Business School Press, 1994. cap. 5, p. 155–194.

SCHIERITZ, N.; MILLING, P. M. Modeling the forest or modeling the trees: A comparison of system dynamics and agent-based simulation. In: CITESEER. **Proceedings of the 21st International Conference of the System Dynamics Society**. [S.l.], 2003. p. 20–24.

SCHILLO, M.; FISCHER, K.; KLEIN, C. T. The micro-macro link in dai and sociology. In: MOSS, S.; DAVIDSSON, P. (Ed.). **Multi-Agent-Based Simulation**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2001. p. 133–148. ISBN 978-3-540-44561-6.

SILVA, J. A. d. O crescimento e a desaceleração da economia brasileira (2003-2014) na perspectiva dos regimes de demanda neokaleckianos. **Revista da Sociedade Brasileira de Economia Política**, v. 44, 2016.

SIMON, H. A. A Behavioral Model of Rational Choice. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 69, n. 1, p. 99–118, 02 1955. ISSN 0033-5533. Disponível em: <<https://doi.org/10.2307/1884852>>.

THALER, R. H. Anomalies: Saving, fungibility, and mental accounts. **Journal of economic perspectives**, v. 4, n. 1, p. 193–205, 1990.

THALER, R. H. **Quasi rational economics**. [S.l.]: Russell Sage Foundation, 1994.

TISUE, S.; WILENSKY, U. Netlogo: Design and implementation of a multi-agent modeling environment. **Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling**, Evaston, p. 7—9, out. 2004.

WILCOX, D. W. Social security benefits, consumption expenditure, and the life cycle hypothesis. **Journal of Political Economy**, The University of Chicago Press, v. 97, n. 2, p. 288–304, 1989. Disponível em: <<https://doi.org/10.1086/261604>>.

WILENSKY, U.; RAND, W. **Introduction to agent-based modeling: modeling natural, social and engineered complex systems with NetLogo**. [S.l.]: The MIT Press, 2015. 504 p. ISBN 978-0-262-73189-8.

WREN-LEWIS, S. Ending the microfoundations hegemony. **Oxford Review of Economic Policy**, Oxford University Press UK, v. 34, n. 1-2, p. 55–69, 2018.

APÊNDICE A – Algoritmos do Modelo Baseado em Agentes

Algorithm 1: go

```
32 to go
33 ask patches [set prenda item ticks serie-real]
34 set renda item ticks serie-real
35 adquirir-memória
36 ask turtles [
37 set riqueza riqueza + prenda
38 agente-paga
39 agente-pega-empréstimo
40 ]
41 agente-consome
42 avaliar-pmgc
43 tick
44 end
```

Algorithm 2: Agente consome

```
99 to agente-consome
100 ask planejadores [
101
102 set consumo (mean memória)
103 ]
104 ask imediatistas [
105 set consumo prenda
106 ]
107 ask turtles [
108 if riqueza <= 0 or riqueza < consumo [
109 set consumo 0
110 ]
111 set riqueza (riqueza - consumo)
112 ]
113 end
```

Algorithm 3: Agente adquire memória

```
115 to adquirir-memória
116 set memória insert-item 0 memória renda
117 if (length memória > lembrança) [
118 set memória remove-item lembrança memória
119 ]
120 end
```

Algorithm 4: Agente pega empréstimo

```

155 to agente-pegar-emprestimo
156 if riqueza < consumo [
157   let vontade-restrita (abs (riqueza - consumo))
158   let mutuante one-of turtles with [riqueza > vontade-restrita]
159   if not (mutuante = nobody) [
160     let empréstimo list mutuante vontade-restrita
161     set talão-de-cheque insert-item 0 talão-de-cheque empréstimo
162     set riqueza (riqueza + vontade-restrita)
163     ask mutuante [set riqueza (riqueza - vontade-restrita)]
164   ]
165 ]
166 end

```

Algorithm 5: Setup

```

to setup
  clear-all
  reset-ticks
  ask patches [set pcolor white]
  set serie-real escolher-uma-das series-reais
  create-planejadores População-inicial * Porcentagem-planejador / 100
  [
  setup-turtles
  setup-planejadores
  ]
  create-imediatistas População-inicial * (1 - Porcentagem-planejador / 100)
  [
    setup-turtles
    setup-imediatistas
  ]
  set memória []
  repeat 1 [go]
  set serie-real remove first serie-real serie-real
  clear-all-plots
  reset-ticks
end

```

Algorithm 6: Agente paga empréstimo

```

to agente-paga
  if riqueza > 0 [
    if not empty? talão-de-cheque [
      let pagamentos []
      foreach talão-de-cheque [i -> set pagamentos fput last i pagamentos]
      let pagamento min pagamentos
      ifelse pagamento <= riqueza [
        foreach talão-de-cheque [
          i -> if last i = pagamento [
            if not (first i = nobody) [
              ask first i [set riqueza riqueza + pagamento]
              set riqueza riqueza - pagamento
              set talão-de-cheque remove i talão-de-cheque
              stop
            ]
          ]
        ]
      ]
    ]
  ]
  ][
    ;; Utilizar toda a riqueza pra pagar dívida
    let all-in riqueza
    foreach talão-de-cheque [
      i -> if last i = pagamento [
        if not (first i = nobody) [
          ask first i [set riqueza riqueza + all-in]
          set riqueza 0
          set i replace-item 1 i (pagamento - all-in)
          stop
        ]
      ]
    ]
  ]
  foreach talão-de-cheque [i ->
    if item 0 i = nobody [set talão-de-cheque remove i talão-de-cheque]
  ]
]
end

```

APÊNDICE B – Algoritmos dos Resultados

Algorithm 7: Normalização

```

normalizar <- function(serie){
  media <- mean(serie)
  desvio.padrão <- sd(serie)
  serie.normalizada <- c()
  for(observação in serie){
    dado.normalizado <- (observação - media) / desvio.padrão
    serie.normalizada <- c(serie.normalizada, dado.normalizado)
  }
  return(serie.normalizada)
}

```

Algorithm 8: Comparação

```

comparar <- function(serie.modelada, serie.real){
  serie.modelada <- serie.modelada
  serie.real <- serie.real
  tamanho <- length(serie.real)
  somatório <- c()
  for(i in 1:tamanho){
    estimado <- serie.modelada[i]
    observado <- serie.real[i]
    valor <- ((observado - estimado) ** 2) / tamanho
    somatório <- c(somatório, valor)
  }
  somatório <- sum(somatório)
  return(somatório)
}

```

Algorithm 9: Resultados Finais

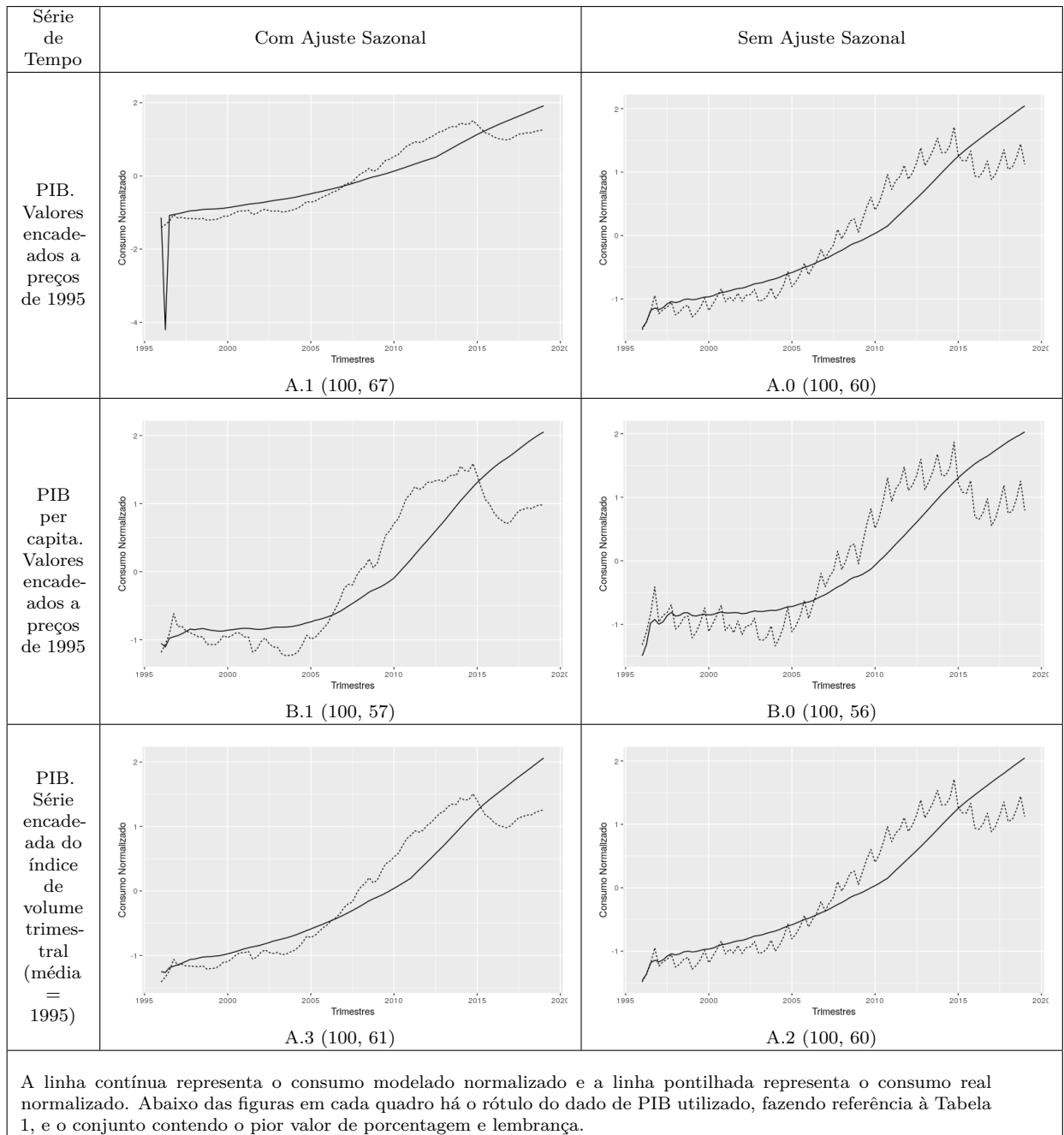
```

resultados.finais <- consumo.modelado.analise
  arrange(run, ano)
  group_by(porc.plan, lembranca)
  summarise("indice" = comparar(consumo.normalizado,
  consumo.real$consumo.normalizado))
  mutate("indice.inverso" = (1 / indice) ** 2)
  arrange(indice)

```

APÊNDICE C – Tabelas dos Resultados

Tabela 6 – Comparação do consumo modelado normalizado com pior encaixe ao consumo real normalizado ao utilizar diferentes séries de PIB na simulação



Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Tabela 7 – Os primeiros 20 pares de parâmetros com maior encaixe entre consumo modelado e real para o PIB com valores encadeados a preços de 1995 com ajuste sazonal.

Elenco para A.1	Porcentagem	Lembrança	Índice de Semelhança
1	32	28	0.02819657
2	34	27	0.02858504
3	30	28	0.02864989
4	26	25	0.02885719
5	24	30	0.02901152
6	22	26	0.02901492
7	30	29	0.02909697
8	24	28	0.02911570
9	36	18	0.02921743
10	32	30	0.02924535
11	40	22	0.02924916
12	30	32	0.02926102
13	22	34	0.02932816
14	38	22	0.02934021
15	32	21	0.02936160
16	38	27	0.02937635
17	34	29	0.02938431
18	28	33	0.02938773
19	38	24	0.02939541
20	30	26	0.02940913

Fazendo referência à Tabela 1, A.1 corresponde ao PIB com valores encadeados a preços de 1995 com ajuste sazonal.

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Tabela 8 – Os primeiros 20 pares de parâmetros com maior encaixe entre consumo modelado e real para o PIB com valores encadeados a preços de 1995 sem ajuste sazonal.

Elenco para A.0	Porcentagem	Lembrança	Índice de Semelhança
1	62	14	0.01811466
2	74	10	0.01823596
3	66	14	0.01826504
4	70	14	0.01828931
5	58	18	0.01834735
6	64	14	0.01834776
7	78	10	0.01839308
8	62	15	0.01840304
9	66	15	0.01841474
10	60	15	0.01841815
11	66	11	0.01843723
12	68	14	0.01846955
13	64	15	0.01848553
14	76	10	0.01848694
15	74	11	0.01851239
16	58	15	0.01851418
17	70	11	0.01851628
18	68	15	0.01852663
19	72	10	0.01857864
20	66	13	0.01859699

Fazendo referência à Tabela 1, A.0 corresponde ao PIB com valores encadeados a preços de 1995 sem ajuste sazonal.

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Tabela 9 – Os primeiros 20 pares de parâmetros com maior encaixe entre consumo modelado e real para o PIB *per capita* com valores encadeados a preços de 1995 com ajuste sazonal.

Elenco para B.1	Porcentagem	Lembrança	Índice de Semelhança
1	42	20	0.01943690
2	44	19	0.01945728
3	44	20	0.01948511
4	42	19	0.01952068
5	46	19	0.01953088
6	40	21	0.01953223
7	40	20	0.01953695
8	42	21	0.01954027
9	46	18	0.01955875
10	44	18	0.01959971
11	48	18	0.01964351
12	40	22	0.01966221
13	46	20	0.01968207
14	38	21	0.01968347
15	44	21	0.01970835
16	38	22	0.01971272
17	40	19	0.01972065
18	48	19	0.01974178
19	48	17	0.01976335
20	42	18	0.01976614

Fazendo referência à Tabela 1, B.1 corresponde ao PIB *per capita* com valores encadeados a preços de 1995 com ajuste sazonal.

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Tabela 10 – Os primeiros 20 pares de parâmetros com maior encaixe entre consumo modelado e real para o PIB *per capita* com valores encadeados a preços de 1995 sem ajuste sazonal.

Elenco para B.0	Porcentagem	Lembrança	Índice de Semelhança
1	32	28	0.02819657
2	34	27	0.02858504
3	30	28	0.02864989
4	26	25	0.02885719
5	24	30	0.02901152
6	22	26	0.02901492
7	30	29	0.02909697
8	24	28	0.02911570
9	36	18	0.02921743
10	32	30	0.02924535
11	40	22	0.02924916
12	30	32	0.02926102
13	22	34	0.02932816
14	38	22	0.02934021
15	32	21	0.02936160
16	38	27	0.02937635
17	34	29	0.02938431
18	28	33	0.02938773
19	38	24	0.02939541
20	30	26	0.02940913

Fazendo referência à Tabela 1, B.0 corresponde ao PIB *per capita* com valores encadeados a preços de 1995 sem ajuste sazonal.

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Tabela 11 – Os primeiros 20 pares de parâmetros com maior encaixe entre consumo modelado e real para o PIB com série encadeada do índice de volume trimestral (média = 1995) com ajuste sazonal.

Elenco para A.3	Porcentagem	Lembrança	Índice de Semelhança
1	34	29	0.008826608
2	34	28	0.008833907
3	34	30	0.008834190
4	32	30	0.008849996
5	32	31	0.008853635
6	36	28	0.008857858
7	36	27	0.008858627
8	34	27	0.008859524
9	34	31	0.008860023
10	32	29	0.008864349
11	32	32	0.008870815
12	36	26	0.008872469
13	38	23	0.008872720
14	36	29	0.008875451
15	40	22	0.008880244
16	38	24	0.008882449
17	36	25	0.008885403
18	40	21	0.008892500
19	38	22	0.008892794
20	32	28	0.008893524

Fazendo referência à Tabela 1, A.3 corresponde ao PIB com série encadeada do índice de volume trimestral (média = 1995) com ajuste sazonal.

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Tabela 12 – Os primeiros 20 pares de parâmetros com maior encaixe entre consumo modelado e real para o PIB com série encadeada do índice de volume trimestral (média = 1995) sem ajuste sazonal.

Elenco para A.2	Porcentagem	Lembrança	Índice de Semelhança
1	38	23	0.01586695
2	36	27	0.01586910
3	40	23	0.01587055
4	40	22	0.01588294
5	34	30	0.01588703
6	34	31	0.01589337
7	36	26	0.01590324
8	34	27	0.01590326
9	42	22	0.01591610
10	38	22	0.01591688
11	38	27	0.01591960
12	36	30	0.01592172
13	38	26	0.01592308
14	32	31	0.01593009
15	36	23	0.01593470
16	42	23	0.01594577
17	32	30	0.01594617
18	36	31	0.01595360
19	34	26	0.01596359
20	44	19	0.01596886

Fazendo referência à Tabela 1, A.2 corresponde ao PIB com série encadeada do índice de volume trimestral (média = 1995) sem ajuste sazonal.

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).