

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

TARCÍSIO FERNANDES DE PAULA

SUAVIZAÇÃO OU INCLINAÇÃO TRIBUTÁRIA?
EVIDÊNCIAS ASSIMÉTRICAS DO AJUSTE FISCAL NO BRASIL

UBERLÂNDIA – MG
FEVEREIRO – 2026

TARCÍSIO FERNANDES DE PAULA

**SUAVIZAÇÃO OU INCLINAÇÃO TRIBUTÁRIA?
EVIDÊNCIAS ASSIMÉTRICAS DO AJUSTE FISCAL NO BRASIL**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia do Instituto de Economia e Relações Internacionais da Universidade Federal de Uberlândia como requisito para a obtenção do título de Mestre em Economia.

Orientador: Prof. Dr. Cleomar Gomes da Silva

**UBERLÂNDIA – MG
FEVEREIRO – 2026**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

P324s
2026 Paula, Tarcísio Fernandes de, 1976-
Suavização ou inclinação tributária? Evidências assimétricas do ajuste
fiscal no Brasil [recurso eletrônico] / Tarcísio Fernandes de Paula. - 2026.

Orientador: Cleomar Gomes da Silva.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-graduação em Economia.
Modo de acesso: Internet.
Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2026.5033>
Inclui bibliografia.
Inclui ilustrações.

1. Economia. I. Silva, Cleomar Gomes da, 1971-, (Orient.). II.
Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-graduação em
Economia. III. Título.

CDU: 330

Nelson Marcos Ferreira
Bibliotecário-Documentalista - CRB-6/3074

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Economia
Av. João Naves de Ávila, nº 2121, Bloco 1J, Sala 218 - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-
MG, CEP 38400-902
Telefone: (34) 3239-4315 - www.ppge.ie.ufu.br - ppge@ufu.br

**ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO**

Programa de Pós-Graduação em:	Economia				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, Nº 332, PPGE				
Data:	03 de fevereiro de 2026	Hora de início:	14:00	Hora de encerramento:	15:20
Matrícula do Discente:	12412ECO015				
Nome do Discente:	Tarcísio Fernandes de Paula				
Título do Trabalho:	Suavização ou Inclinação Tributária? Evidências Assimétricas do Ajuste Fiscal no Brasil				
Área de concentração:	Desenvolvimento Econômico				
Linha de pesquisa:	Macroeconomia, Dinâmica Macroeconômica e Economia Internacional				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	A Dinâmica da Inflação no Brasil e o Papel das Políticas Monetária e Fiscal				

Reuniu-se a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Economia, assim composta: Prof. Dr. Benito Adelmo Salomão Neto - UFU; Prof. Dr. Fernando Antônio de Barros Junior - USP-FEARP; Prof. Dr. Cleomar Gomes da Silva - UFU orientador do candidato. Ressalta-se que em conformidade com deliberação do Colegiado do PPGE e manifestação do orientador, a participação do aluno e dos membros da banca ocorreu de forma remota. O Prof. Dr. Fernando Antônio de Barros Junior participou desde a cidade de Ribeirão Preto (SP) e o aluno e os demais membros da banca participaram desde a cidade de Uberlândia (MG).

Iniciando os trabalhos o presidente da mesa, Dr. Cleomar Gomes da Silva apresentou a Banca Examinadora e o candidato, agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos examinadores, que passaram a arguir o candidato. Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o candidato:

Aprovado

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Cleomar Gomes da Silva, Presidente**, em 03/02/2026, às 15:23, 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 **Benito Adelmo Salomão Neto, Professor(a) do Magistério Superior**, em 03/02/2026, às 15:25, 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 **Fernando Antônio de Barros Júnior, Usuário Externo**, em 03/02/2026, às 15:30, 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 site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **7008008** e o código CRC **1FFCD87A**.

Referência: Processo nº 23117.003690/2026-94

SEI nº 7008008

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais e irmãs pela base sólida e pelos princípios que me trouxeram até aqui. À minha esposa e aos meus filhos, minha gratidão pela paciência e pelo apoio incondicional, essenciais para que eu pudesse dedicar o tempo necessário a esta pesquisa.

Estendo meu reconhecimento a todos os professores que passaram pela minha vida; este trabalho é também fruto do conhecimento acumulado com vocês.

Dirijo um agradecimento especial ao Professor Cleomar. Sua atuação foi decisiva não apenas na orientação técnica, mas também por viabilizar diretamente as condições necessárias para a concretização deste estudo. Obrigado pela confiança e pela parceria.

RESUMO

Esta pesquisa investiga a validade da Hipótese da Suavização Tributária (HST) e a presença de Inclinação Tributária no Brasil, para dados trimestrais entre 1997 e 2024. As variáveis analisadas compreendem o resultado nominal, a arrecadação e as despesas do governo central. Por meio da estimação de Modelos Autorregressivos de Defasagens Distribuídas lineares (ARDL) e não lineares (NARDL), propõe-se uma modelagem determinística para fundamentar a análise estocástica das dinâmicas de curto e longo prazos. Os resultados indicam que a política fiscal atende aos requisitos de sustentabilidade e gradualismo, corroborando os pilares básicos da HST. Contudo, identifica-se um comportamento assimétrico na arrecadação, melhor captado pelo modelo NARDL. Esse resultado é validado por testes de sensibilidade que demonstram como uma dummy fiscal para o período pós-2014 absorve o viés sistemático de longo prazo. Essa não linearidade evidencia a manifestação de Inclinação Tributária, confirmando que a suavização no Brasil ocorre em coexistência com uma assimetria sistemática na gestão da carga tributária. Por fim, a interpretação conjunta das assimetrias e da velocidade de ajuste (ECM) sugere que a linearidade deve ser considerada um terceiro fundamento teórico para a validação plena da HST.

Palavras-chave: ARDL; NARDL; ECM; Suavização Tributária; Inclinação Tributária

ABSTRACT

This research investigates the validity of the Tax Smoothing Hypothesis (TSH) and the presence of Tax Tilting in Brazil, using quarterly data from 1997 to 2024. The analyzed variables comprise the nominal fiscal balance, revenue, and central government expenditures. Through the estimation of Linear (ARDL) and Nonlinear (NARDL) Autoregressive Distributed Lag models, a deterministic modeling is proposed to ground the stochastic analysis of short- and long-run dynamics. The results indicate that fiscal policy meets the requirements of sustainability and gradualism, corroborating the basic pillars of the TSH. However, an asymmetric behavior is identified in revenue, better captured by the NARDL model, the robustness of which is corroborated by sensitivity tests involving the inclusion of a structural fiscal dummy variable. This nonlinearity evidences the manifestation of Tax Tilting, confirming that tax smoothing in Brazil occurs in coexistence with a systematic asymmetry in tax burden management. Finally, the joint interpretation of asymmetries and the speed of adjustment (ECM) suggests that linearity should be considered a third theoretical foundation for the full validation of the TSH.

Keywords: ARDL; NARDL; ECM; Tax Smoothing; Tax Tilting

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Séries Arrecadação, Despesas e Resultado Nominal	49
Figura 2 – Multiplicador Dinâmico Acumulado: Evolução do Choque na Arrecadação sobre o Resultado Nominal	63
Figura 3 – Multiplicador Dinâmico Acumulado: Evolução do Choque de Despesa sobre Resultado Nominal	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Variáveis e Dados Empíricos	46
Tabela 2 – Receita do Governo Central	47
Tabela 3 – Despesas do Governo Central	47
Tabela 4 – Estatísticas Descritivas	50
Tabela 5 – Testes de Raiz Unitária	52
Tabela 6 – Teste de Simetria	55
Tabela 7 – Defasagens, Testes de Diagnóstico, Testes de Cointegração	56
Tabela 8 – Coeficientes de Longo Prazo (Variável Dependente: Resultado Nominal) . .	59
Tabela 9 – Dinâmica de Curto Prazo: Mecanismo de Correção de Erros (ECM)	61
Tabela 10 – Teste de Causalidade de Granger - Toda e Yamamoto	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMSS	Modelo Aiyagari, Marcet, Sargent e Seppälä
ARDL	Modelo Autorregressivo de Defasagens Distribuídas
BCB	Banco Central do Brasil
CBS	Contribuição sobre Bens e Serviços
CODACE	Comitê de Datação de Ciclos Econômicos da FGV
ECM	Error Correction Model
HST	Hipótese de Suavização Tributária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IE	Imposto sobre Exportação
II	Imposto sobre Importação
IPI	Imposto sobre Produtos Industrializados
IOF	Imposto sobre Operações Financeiras
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IRPF	Imposto de Renda sobre Pessoa Física
IRPJ	Imposto de Renda sobre Pessoa Jurídica
NARDL	Modelo Autorregressivo de Defasagens Distribuídas Não linear
PIB	Produto Interno Bruto
RCFB	Receita Federal do Brasil
RFB	República Federativa do Brasil
STN	Secretaria do Tesouro Nacional

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1	Literatura Teórica	15
2.2	Literatura Empírica	19
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
3.1	O modelo de Ghosh	22
3.2	Uma análise dual para suavização e inclinação tributárias	28
3.2.1	Sustentabilidade Fiscal: Co-tendência e Cointegração	29
3.2.2	Simetria Fiscal: Ajuste por limiar e Assimetria	31
3.2.3	Gradualismo da Carga Tributária: Velocidade de Ajuste e ECM	36
4	METODOLOGIA	39
4.1	Uma análise dual e não linear para a análise da HST	39
4.2	Suavização e inclinação tributárias: ARDL/NARDL	41
4.3	Procedimentos da Metodologia	43
4.3.1	Preparação e Testes Preliminares	43
4.3.2	Análise da Relação Resultado-Arrecadação	43
4.3.3	Análise da Relação Resultado-Despesa	44
4.3.4	Estimação dos Modelos Finais e Inferência da HST e da Inclinação Tributária	44
5	DADOS E ESTATÍSTICA DESCRITIVA	46
6	ANÁLISE DE RESULTADOS	52
6.1	Teste de Raiz Unitária	52
6.2	Resultados das Estimações ARDL/NARDL: Suavização e Inclinação Tributárias	54
6.2.1	A dinâmica de curto e longo prazos e a inferência da Suavização Tributária	54
6.2.2	A dinâmica de curto e longo prazos e a inferência da Inclinação Tributária	64
6.3	Teste de Causalidade Granger - Toda e Yamamoto	69
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
	REFERÊNCIAS	73
	ANEXO A – HIPÓTESE DE SUAUIZACÃO TRIBUTÁRIA DE BARRO	77

1 INTRODUÇÃO

O desafio de moldar um sistema de contas públicas que seja, ao mesmo tempo, eficiente e justo é uma das questões mais antigas e complexas da Economia. No cerne desse debate reside a busca por modelos que permitam medir a otimização dos orçamentos públicos e, consequentemente, o bem-estar social.

Nesse cenário, o economista Robert Barro propôs a Hipótese da Suavização Tributária (HST), um ideal de racionalidade fiscal. A teoria sugere que um governo otimizador, em vez de reagir a choques de despesas (como uma guerra ou uma crise) com aumentos imediatos e distorcidos nos impostos, deve optar por se endividar. Essa escolha tática de adiar o custo tributário visa suavizar a carga fiscal ao longo do tempo, minimizando as distorções e maximizando o bem-estar intertemporal.

Mas será que o Brasil, com sua complexa história fiscal, conseguiu seguir esse caminho ótimo? Esta pesquisa se propôs a investigar justamente essa questão: testar a Hipótese da Suavização Tributária para o Governo Central brasileiro, analisando a dinâmica de suas receitas, despesas e resultado nominal no período compreendido entre 1997 e 2024.

Para superar as limitações das abordagens tradicionais e obter inferências robustas sobre a natureza da política fiscal brasileira, utiliza-se uma metodologia fundamentada em Modelos Autorregressivos de Defasagens Distribuídas, tanto em sua forma linear (ARDL) quanto não-linear (NARDL). Essa abordagem permitiu investigar não apenas a existência de relações de longo prazo, mas também a simetria das respostas fiscais.

A relevância deste trabalho se manifesta, portanto, em sua capacidade de qualificar o debate sobre a racionalidade fiscal, oferecendo métricas para a sustentabilidade, o gradualismo e a simetria fiscal de longo prazo, justamente quando o Brasil passa por um período de profunda reforma em seu sistema tributário. Compreender a natureza assimétrica da gestão fiscal brasileira é essencial para garantir que as novas regras criadas conduzam a uma política que seja verdadeiramente ótima.

Os resultados da análise desenvolvida nesta pesquisa demonstram que a validação plena da HST exige mais do que apenas a sustentabilidade e o gradualismo. A formalização matemática evidenciou que a ausência de um mecanismo que garanta a simetria comportamental de longo prazo degenera a suavização em inclinação. Esse achado fundamenta a proposição da linearidade como o terceiro pilar necessário à teoria, oferecendo o suporte analítico para a utilização de abordagens não-lineares na detecção de vieses fiscais e demonstrando que a otimalidade fiscal depende da neutralidade na direção dos ajustes.

Sob a ótica econométrica, os resultados detalhados corroboram essa estrutura teórica e revelam a complexidade da gestão fiscal brasileira. A estimação dos modelos ARDL e NARDL

confirmou a sustentabilidade fiscal (cointegração) e quantificou o gradualismo através de um Mecanismo de Correção de Erros (ECM) com velocidade de ajuste lenta, indicando que apenas cerca de 12% dos desequilíbrios são corrigidos trimestralmente. Crucialmente, o teste de causalidade de Toda-Yamamoto revelou a dinâmica estrutural do orçamento: confirmou-se que as despesas Granger-causam o resultado nominal, mas não o inverso, caracterizando-se como o componente exógeno e rígido, enquanto a arrecadação atua como a variável de ajuste endógena. No entanto, a rejeição robusta da hipótese de simetria via Teste de Wald comprovou que esse ajuste pela receita não é neutro, mas carrega o viés fiscal de Inclinação Tributária, validando empiricamente a coexistência de uma tática de curto prazo de suavização com uma estratégia de longo prazo de endividamento.

Nossas análises indicam que a função de reação da arrecadação é fundamentalmente assimétrica no longo prazo. Essa não-linearidade é a manifestação empírica de um viés fiscal sistemático que a literatura chama de Inclinação Tributária (*Tax Tilting*), um conceito introduzido por Atish Ghosh. A Inclinação Tributária é o deslocamento sistemático do ônus tributário para o futuro. Note que a tendência de aumento da relação Dívida/PIB observada no período estudado reforça essa evidência.

Para atender a essa agenda de pesquisa, além desta introdução, este trabalho apresenta: a revisão da literatura na Seção 2; os fundamentos teóricos e a argumentação para a inclusão de um terceiro fundamento para a HST na Seção 3; a metodologia na Seção 4; a análise descritiva dos dados na Seção 5; e a inferência estatística da HST e da Inclinação Tributária na Seção 6.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Literatura Teórica

A investigação da literatura teórica, neste trabalho, pretende desenvolver uma argumentação sobre como os sistemas tributários evoluíram a partir das contribuições da Teoria Econômica, de forma que seja possível perceber como essa tradição do pensamento científico influenciou a formulação da Hipótese de Suavização Tributária (HST).

As questões tributárias já estão presentes na tradição do pensamento econômico desde sua obra seminal. Em "A Riqueza das Nações", Smith (1996) deduz os quatro cânones da tributação que permanecem centrais à teoria atual: igualdade (equidade e capacidade de pagamento); certeza (previsibilidade); conveniência; e, crucialmente, a economia. Este último princípio é o precursor direto da preocupação moderna com a minimização do peso morto, pois Smith alertava que tributos excessivos ou mal desenhados poderiam obstruir a indústria e desincentivar a criação de riqueza, um conceito fundamental para a função de otimização de custos da HST.

Além da taxonomia dos impostos sobre a renda, a propriedade e o consumo, Smith também inaugurou o debate sobre o financiamento de choques temporários, como guerras. Embora reconhecesse a facilidade do endividamento, Smith via a dívida pública como perniciosa à acumulação de capital, defendendo, ao contrário do que a HST viria a propor séculos depois, que o financiamento deveria ocorrer majoritariamente por meio de aumento imediato de impostos para que a sociedade sentisse o custo real dos gastos do governo.

Seguindo essa tradição, Ricardo (1996) também demonstra os efeitos da tributação e reforça a necessidade de impor limites aos sistemas de tributação a partir dos princípios propostos por Smith (1996). Todavia, avança na discussão do dilema entre financiar surtos de despesas públicas com dívida ou tributo.

Ele demonstra que qualquer aumento de despesa, em última análise, será financiado por aumentos de tributos no longo prazo, estabelecendo o conceito de que a dívida pública não é riqueza líquida agregada. O mecanismo central dessa proposição é que agentes racionais, ao anteciparem a futura obrigação tributária necessária para o serviço da dívida, aumentariam sua poupança privada no presente em montante equivalente, neutralizando o efeito do estímulo fiscal.

Entretanto, Ricardo observa uma distinção crucial na prática: os contribuintes não são indiferentes à forma de financiamento. Existe uma percepção de que o imposto extraordinário imediato (imposto de guerra) impõe um fardo psicológico e econômico mais abrupto do que a emissão de dívida. A percepção assimétrica da carga tributária também é denominada ilusão fiscal. Essa percepção da não neutralidade entre o imposto imediato e o imposto diferido é o ponto de partida que justifica, na literatura moderna, a necessidade da Hipótese da Suavização

Tributária (HST).

Nesse sentido, dada a inevitabilidade de aumentos de tributos, os sistemas devem estar desenhados para priorizar o financiamento via dívida (gradualismo) em momentos de choque. Essa estratégia alinha-se aos princípios de neutralidade, pois evita a imposição de alíquotas abruptamente altas que geram distorções excessivas na alocação de recursos.

Os Economistas Clássicos, principalmente Smith, contribuíram para o pensamento dos economistas do século XIX na seara tributária. Nesse sentido, os princípios apresentados por Smith foram ratificados e aprofundados, notadamente o Princípio da Equidade, que Mill (1965) refinou para o conceito de Igualdade de Sacrifício.

Surge também a classificação analítica entre tributos diretos e indiretos. Nas análises sobre tributação indireta, Mill demonstra como esse tipo de tributação, embora menos sentido psicologicamente pelo contribuinte, possui o condão de distorcer a alocação de recursos e apresenta caráter regressivo ao incidir sobre bens de necessidade básica.

Todavia, a contribuição mais relevante de Mill (1965) para a discussão da alocação intertemporal de recursos — tema central da HST — foi sua crítica à estrutura do imposto de renda. Mill identificou o problema da dupla tributação da poupança ao tributar a renda original e, posteriormente, os rendimentos derivados da poupança dessa renda; o sistema penaliza a acumulação de capital e distorce a decisão entre consumo presente e futuro. Essa defesa da isenção da poupança (ou tributação sobre o consumo) é um marco teórico fundamental para os modelos modernos que buscam a neutralidade tributária ao longo do tempo.

Desde a fundação do pensamento econômico até o século XIX, os princípios tributários prescreviam um desenho de sistemas onde predominavam tributos diretos sobre a renda e a propriedade, em função da maior progressividade e neutralidade. Entretanto, no século XX, houve um surto de sistemas alicerçados em tributação indireta sobre o consumo.

As pesquisas no final do século XIX e início do século XX levaram ao desenvolvimento de teorias que incorporavam falhas de mercado. Notadamente, nas investigações sobre as divergências entre o Produto Marginal Líquido Social e o Privado, ficou comprovado que elas poderiam derivar de externalidades. Essas poderiam ser tratadas por meios de "incentivos extraordinários" ou "restrições extraordinárias" Pigou (1932), os impostos pigouvianos. Assim, a não neutralidade passou a ser entendida como instrumental de política econômica.

Contudo, para a fundamentação da Hipótese de Suavização Tributária, a contribuição mais relevante de Pigou (1947) reside na evolução do princípio da equidade para o princípio do "Menor Sacrifício Agregado" (*Least Aggregate Sacrifice*). Pigou argumentava que o sistema tributário ideal deveria minimizar a perda total de bem-estar da sociedade, o que é o antecedente teórico direto da função objetivo dos modelos modernos que buscam minimizar o custo total das distorções tributárias ao longo do tempo.

Adicionalmente, Pigou introduziu o conceito de "faculdade telescópica defeituosa",

argumentando que os indivíduos tendem a subestimar as necessidades futuras em favor do consumo presente. Essa miopia dos agentes econômicos é um elemento crucial nas discussões modernas sobre a falha da Equivalência Ricardiana, justificando a intervenção do Estado na gestão da dívida e dos impostos para suavizar o consumo e a carga tributária intertemporalmente.

Seguindo nesse caminho das possibilidades de intervenção dos governos nas economias, os economistas do século XX avançaram e postularam que os gastos governamentais e tributos poderiam ser utilizados para estabilizar a volatilidade dos investimentos privados (KEYNES, 1996). O que, em última instância, estabiliza o nível de produto e emprego.

Para a fundamentação da Hipótese de Suavização Tributária, a contribuição crucial de Keynes não foi apenas a função estabilizadora, mas a ruptura com o dogma do orçamento equilibrado anual. Keynes legitimou a ideia de que o equilíbrio fiscal deve ser buscado ao longo do ciclo econômico, e não a cada exercício financeiro. Isso introduziu o conceito de "Finanças Compensatórias": o governo deve incorrer em déficits deliberados em momentos de contração e gerar superávits em momentos de expansão.

Nesse ponto, fica cristalino como as funções dos governos, que tinham um caráter de manutenção do padrão distributivo desde as investigações conduzidas por Smith, passaram a ter funções alocadoras e estabilizadoras no século XX. Essa flexibilização da restrição orçamentária temporal é a base operacional que permite, décadas mais tarde, a formulação de modelos de otimização intertemporal, onde a dívida pública atua como o mecanismo de absorção de choques.

Assim, a partir da metade do século XX, os economistas teorizam sobre as funções do orçamento público e derivaram três funções básicas: (1) assegurar ajustamentos na alocação de recursos; (2) assegurar ajustamentos na distribuição de renda e riqueza; e (3) assegurar a estabilização econômica (MUSGRAVE, 1959).

Entretanto, para a fundamentação da Hipótese de Suavização Tributária, a contribuição vital de Musgrave vai além dessa classificação. Ao analisar a função de Alocação, Musgrave sistematizou o conceito de Carga Excedente (*Excess Burden*), demonstrando como a tributação distorce as escolhas dos agentes econômicos e gera perdas de eficiência. Essa preocupação com a minimização das distorções alocativas é o alicerce da função objetivo dos modelos de suavização, que buscam manter as alíquotas estáveis para reduzir o peso morto total.

Adicionalmente, ao formalizar a função de Estabilização, Musgrave forneceu a estrutura teórica para separar a decisão de prover bens públicos (gastos) da decisão de como financiá-los (impostos ou dívida). Isso legitimou o uso de déficits e superávits como ferramentas de política econômica, criando o espaço fiscal necessário para que a dívida pública atue como o mecanismo de absorção de choques previsto pela HST.

Porém, a partir de meados da década de 1960, com a crise do keynesianismo, as pesquisas no campo da economia contribuíram com uma série de inovações que redefiniram o papel da política fiscal. Em linhas gerais, passaram a considerar que planejamento econômico não é um

jogo contra a natureza, mas sim um jogo contra agentes econômicos racionais (KYDLAND; PRESCOTT, 1977).

Estão nesse conjunto de inovações as recomendações de Friedman (1968) sobre os limites da política monetária. Contudo, para a gênese da Hipótese de Suavização Tributária, a contribuição mais fundamental de Friedman foi a Hipótese da Renda Permanente de 1957. A lógica de que as famílias utilizam a poupança para suavizar o consumo diante de flutuações transitórias da renda é o alicerce teórico direto que Barro (1979) transpôs para o setor público: o governo deve usar a dívida para suavizar a tributação diante de flutuações transitórias nos gastos.

Outra inovação crucial foi a Crítica de Lucas, que argumenta que os agentes, dotados de expectativas racionais, antecipam as políticas econômicas, neutralizando seus efeitos sistemáticos Lucas (1976). Nesse contexto, Kydland e Prescott (1977) demonstraram o problema da Inconsistência Dinâmica: governos racionais podem ter incentivos para desviar de uma política ótima de longo prazo (como a suavização de impostos) para obter ganhos de curto prazo (como transferir tributo para o futuro). Isso impõe que a eficácia da suavização tributária depende não apenas da racionalidade, mas da credibilidade e da capacidade do governo de se comprometer com regras estáveis ao longo do tempo.

A partir daí, observa-se que as modelagens da Teoria Econômica passaram a considerar a Inconsistência Dinâmica como forma de aferir a aderência à realidade. Outra inovação importante com esse perfil foi a Teoria da Escolha Pública, que introduz o conceito de falhas de governo.

Buchanan e Tollison (2009) argumentam que o comportamento de agentes políticos (eleitores, burocratas, legisladores) é guiado pelo mesmo autointeresse racional dos agentes de mercado, e não necessariamente coincide com o padrão normativo de eficiência esperado. Contudo, para a análise da política tributária e do endividamento, a contribuição seminal de Buchanan reside na identificação do viés deficitário das democracias (BUCHANAN; WAGNER, 1977).

Buchanan argumenta que existe uma assimetria política fundamental: o financiamento via dívida gera uma "Ilusão Fiscal", onde os benefícios dos gastos são sentidos imediatamente, mas os custos tributários são empurrados para o futuro. Isso cria um incentivo sistêmico para que governos acumulem déficits persistentes e evitem os aumentos de impostos necessários para a estabilização. Essa visão fornece a base teórica para entender por que a suavização tributária na prática pode não ser simétrica, degenerando em uma Inclinação Tributária sistemática para o futuro, onde o ajuste fiscal é perpetuamente adiado.

Outra importante contribuição desse período foi a consolidação da Teoria da Tributação Ótima por Mirrlees e Diamond (1971a) e Mirrlees e Diamond (1971b). Eles formalizaram o problema do governo em um ambiente de *Second Best*: dado que tributos neutros (*lump-sum*) são inviáveis e que a distorção é inevitável, como desenhar um sistema que maximize o bem-estar social?

A principal conclusão, conhecida como o Teorema da Eficiência na Produção, postula que, mesmo que seja necessário distorcer as decisões de consumo para arrecadar receitas, o sistema tributário ótimo deve preservar a eficiência alocativa na produção, evitando a tributação de insumos intermediários.

Essa abordagem retoma e refina a tradição de Ramsey (1927), focando na minimização do peso morto total. Para a presente pesquisa, essa conexão é fundamental, pois a Hipótese de Suavização Tributária de Barro (1979) nada mais é do que a aplicação da lógica de Ramsey e de Diamond-Mirrlees à dimensão intertemporal: se a eficiência exige suavizar as distorções entre diferentes bens em um dado momento, ela também exige suavizar as distorções das alíquotas ao longo do tempo.

Essa digressão sintética por quase 200 anos de tradição do pensamento econômico não apenas contextualiza, mas fornece os fundamentos teóricos sobre os quais Barro (1979) formulou a Hipótese de Suavização Tributária (HST). A HST surge como uma extensão natural do debate retomado por Barro (1974) ao questionar se "os títulos de dívida do governo são riqueza líquida", revisitando o clássico dilema ricardiano sobre a equivalência entre financiar gastos via dívida presente ou impostos futuros (Equivalência Ricardiana).

É crucial notar que a base para a Equivalência Ricardiana reside na racionalidade dos agentes e na validade da Hipótese da Renda Permanente: assim como as famílias suavizam o consumo ao longo da vida, elas antecipam a carga tributária futura (FRIEDMAN, 1957). No entanto, as evidências empíricas sugerem que a equivalência perfeita raramente é observada (ROMER, 2012). Diante disso, a contribuição seminal de Barro (1979) foi deslocar o foco do debate.

Ao invés de perguntar apenas se a dívida afeta a demanda agregada, Barro investigou como um governo racional deve determinar a trajetória da dívida e dos impostos para minimizar as ineficiências econômicas. No desenvolvimento da HST, Barro incorpora o princípio da "Carga Excedente" e postula que, como os custos de distorção crescem mais do que proporcionalmente à alíquota, o comportamento ótimo do governo não é equilibrar o orçamento anualmente, mas sim manter as alíquotas tributárias estáveis (suaves) ao longo do tempo, utilizando a dívida pública como o mecanismo de absorção de choques transitórios.

2.2 Literatura Empírica

A Hipótese de Suavização Tributária será modelada até que se deduzam as equações (A.20) e (3.6); por ora, é importante ter a noção de que a suavização de tributos se fundamenta na expectativa de estabilidade da carga tributária. Entretanto, a observação de que a carga futura iguala a presente pode decorrer de, pelo menos, três motivos distintos, conforme (CAMPBELL, 1986): 1) o passeio aleatório da alíquota pode ser fruto de processos políticos alheios a uma estratégia de suavização; 2) a suavização pode ocorrer mesmo que testes estatísticos rejeitem o

passeio aleatório puro; 3) focar apenas na carga pode ignorar informações vitais contidas em outras variáveis macroeconômicas.

Para superar essas limitações, desenvolveu-se a abordagem de Vetor Autorregressivo (VAR), apresentada por Campbell (1986) e Campbell e Shiller (1987). O fundamento desta metodologia reside na premissa de que as expectativas de alteração nos gastos do governo — o termo $[E_t \Delta g_s]$ de (3.9a) — contêm informações cruciais sobre a trajetória futura do resultado nominal. Essencialmente, assume-se que o resultado nominal presente causa, no sentido de Granger, as expectativas de gastos futuros, estabelecendo um ciclo de retroalimentação fiscal.

Vários estudos seminais, como Huang e Lin (1993), Ghosh (1995) e Strazicich (1997), adotaram essa abordagem para testar a Hipótese de Suavização Tributária (HST). No Brasil, destaca-se o trabalho pioneiro de Rocha (2001). Em análises internacionais, Adler (2006) e Jayawickrama e Abeysinghe (2013) também seguiram essa tradição metodológica.

Nos testes iniciais conduzidos por Huang e Lin (1993) para os EUA (1929-1988), verificou-se que o governo incorria em déficits mesmo quando esperava crescimento da renda ou queda nos gastos, levando à rejeição da HST para o período completo, embora não se pudesse rejeitá-la após 1947. Avançando nessa análise, Ghosh (1995) introduziu a distinção crucial entre Suavização Tributária e Inclinação Tributária (*Tax Tilting*). Seus testes indicaram que, ao controlar pela inclinação, tanto os EUA (1961-1987) quanto o Canadá (1962-1986) adotaram estratégias consistentes com a suavização de tributos.

Expandindo o escopo para governos subnacionais na América do Norte, Strazicich (1997) corroborou os achados de Ghosh para os governos centrais. Contudo, seus resultados foram heterogêneos em níveis inferiores: a HST foi confirmada para as províncias canadenses, mas rejeitada para os estados norte-americanos e governos locais de ambos os países. Em uma análise mais ampla, Strazicich (2002) encontrou evidências gerais de confirmação da HST para um painel de países industrializados. A metodologia também foi aplicada a economias em desenvolvimento. Cashin, Haque e Olekalns (2003) investigaram os déficits recorrentes do Paquistão (1956-1995) e encontraram uma carga tributária estabilizada, consistente com a HST, mas dominada por uma forte estratégia de inclinação tributária. Já na Suécia (1952–1999), Adler (2006) constatou que a suavização de tributos explicava cerca de 60% da variabilidade do resultado orçamentário.

A relação entre suavização e bem-estar foi explorada por Angyridis (2009), que demonstrou que essa estratégia aumenta significativamente o bem-estar, desde que haja discricionariedade fiscal para gerir desequilíbrios. Seguindo essa linha, Reitschuler (2010) analisou o impacto do Tratado de Maastricht na União Europeia, encontrando evidências de que o limite de 3% para o déficit restringia a suavização e reduzia o bem-estar em alguns países, embora resultados posteriores tenham sido inconclusivos (REITSCHULER, 2011).

Refinando a classificação dos resultados, Jayawickrama e Abeysinghe (2013) propuseram graduar a suavização em inexistente, fraca e forte. Aplicando essa métrica a países da OCDE,

encontraram prevalência de suavização fraca. Já na Turquia, Karakas, Turan e Yanikkaya (2014a) alertaram para a sensibilidade dos resultados à escolha metodológica, encontrando conclusões contraditórias ao alterar a técnica econométrica. Em outro estudo, os mesmos autores rejeitaram a HST para a Turquia ao identificar a endogeneidade dos gastos permanentes, violando uma condição necessária da teoria (KARAKAS; TURAN; YANIKKAYA, 2014b). Mais recentemente, Belguith, Gabsi e Mtibaa (2018) encontraram evidências fracas de HST na Tunísia utilizando filtros de Hodrick-Prescott e Baxter-King. Angyridis e Michelis (2019), utilizando o modelo AMSS (AIYAGARI et al., 2002), investigaram a HST em 22 países da OCDE sob a presença de quebras estruturais, descobrindo que tais quebras, frequentemente reformas tributárias, alteravam a inferência em favor da suavização em diversos casos.

Nesta década, a literatura continua a expandir o escopo geográfico e temporal. Bonzu (2022) encontrou evidências de suavização em Serra Leoa, enquanto Congregado, García e Prats (2023), analisando a Espanha em um período longo (1850-2022), concluíram que a inclinação tributária explica grande parte dos déficits, embora estratégias deliberadas de suavização tenham sido observadas em períodos específicos.

Essa revisão da literatura empírica fornece evidências da possibilidade de que a HST teste positivo no Brasil entre 1997 e 2024. O único teste conhecido para o Brasil, realizado por Rocha (2001) para o período anterior (1970–1994), apontou para um teste negativo da HST.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 O modelo de Ghosh

No Anexo-A a equação (A.20) encerra uma premissa implícita fundamental para a presente investigação: a simetria do ajuste fiscal. Ao derivar que a alíquota tributária segue um passeio aleatório, o modelo de Barro (1979) assume que a reação ótima do governo a choques inesperados é idêntica em magnitude e velocidade, independentemente da direção do choque.

Matematicamente, a função de perda baseada na minimização de distorções alocativas trata um aumento na carga tributária (necessário para cobrir um déficit inesperado) da mesma forma que uma redução na carga (possível devido a um superávit inesperado), desde que mantenha a suavização. O modelo não incorpora fricções políticas ou institucionais que poderiam tornar o aumento de impostos mais custoso ou rígido do que a sua redução. Como será discutido tanto no desenvolvimento de um modelo determinístico estilizado quanto na metodologia desta pesquisa, o relaxamento desta hipótese de simetria, através de modelos não-lineares, é essencial para capturar a realidade de economias onde a dinâmica de ajuste fiscal pode apresentar assimetrias comportamentais.

As contribuições das décadas de 1980 e 1990 avançaram na formalização de métodos para testar empiricamente a Hipótese de Suavização Tributária (HST). Os autores desse período consolidaram o entendimento de que o modelo de suavização tributária é o análogo governamental da teoria do consumidor: governos racionais buscam suavizar a tributação para minimizar distorções Barro (1979), maximizando o bem-estar intertemporal, da mesma forma que consumidores suavizam o consumo Hall (1978) para maximizar a utilidade, conforme a Hipótese da Renda Permanente.

A contribuição seminal de Ghosh (1995) foi refinar essa analogia, introduzindo uma distinção fundamental que estava implícita, mas não formalizada, em Barro: a diferença entre Suavização Tributária e Inclinação Tributária (*Tax Tilting*).

Os resultados analíticos da seção anterior, sintetizados na equação (A.20) para Barro (1979), demonstraram que a carga tributária ótima deve seguir um caminho aleatório (*random walk*). Entretanto, Ghosh (1995) demonstra a possibilidade de que, mesmo com sustentabilidade fiscal, a carga tributária pode desviar-se dessa trajetória estável devido a um processo de inclinação.

Os métodos econométricos para testar a hipótese da renda permanente desenvolvidos por Campbell (1986) e Campbell e Shiller (1987) também são utilizados para testar a HST. Conforme demonstrado por Ghosh (1995) a restrição orçamentária dinâmica é dada por Adler (2006):

$$D_{t+1} = (1+r)D_t + G_t^{pri} - \tau_t Y_t \quad (3.1)$$

Onde $[D_{t+1}]$ é o estoque de dívida pública real futura em $[t+1]$; $[D_t]$ é o estoque de dívida pública real em $[t]$; $[G_t^{pri}]$ são os gastos primários do governo em $[t]$; $[\tau_t]$ é a alíquota média de imposto em $[t]$; $[Y_t]$ é o produto real em $[t]$; e $[r]$ é a taxa de juros real fixa. Ao dividir todos os termos de (3.1) pelo produto real $[Y_t]$ e considerar uma taxa de crescimento fixa da economia $[y]$, obtêm-se a restrição orçamentária dinâmica (ou intertemporal):

$$(1+y)d_{t+1} = (1+r)d_t + g_t^{pri} - \tau_t \quad (3.2)$$

Note que as variáveis ficaram com a notação minúscula para denotar a divisão de todos os termos por $[Y_t]$. Então $[d_{t+1} = \frac{D_{t+1}}{Y_t}]$; $[(1+r)d_t = \frac{(1+r)D_t}{Y_t}]$; $[g_t^{pri} = \frac{G_t^{pri}}{Y_t}]$; e $[\tau_t = \frac{\tau_t Y_t}{Y_t}]$. Observe que a restrição dinâmica, então, consiste em garantir que a razão entre a dívida futura e o produto não cresça indefinidamente em relação à economia. Para tanto, a taxa de juros e os gastos do governo devem diminuir, ou a alíquota da carga tributária deve aumentar. Alternativamente, a taxa de juros líquida efetiva pode ser $[R = \frac{r-y}{1+y}]$, de forma que o custo de carregamento da dívida seja atenuado pela taxa de crescimento da economia $[y]$. Considerando que governos racionais se sujeitam a essa restrição, com uma taxa de juros líquida efetiva $[R]$, pode-se manipular e iterar (3.2) para um tempo generalizado e, em seguida, aplicar a expectativa condicional $[E_t]$, de forma que, no limite, obtém-se a seguinte condição de sustentabilidade da dívida:

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{1+R} \right)^T E_t (1+y)d_{t+T+1} = 0 \quad (3.3)$$

Essa equação garante que a dívida em um horizonte distante não tenha um valor presente significativo, assegurando a sustentabilidade da política fiscal. Uma dívida sustentável significa um governo que se impõe a seguinte restrição:

$$\sum_{s=t}^{\infty} \left(\frac{1}{1+R} \right)^{s-t} E_t g_s^{pri} + (1+r)d_t = \sum_{s=t}^{\infty} \left(\frac{1}{1+R} \right)^{s-t} E_t \tau_s \quad (3.4)$$

Onde $[s]$ é a variável de índice para o tempo, e $[E_t = (.|It)]$ é o operador de expectativas, condicional ao conjunto de informações $[I]$ do governo no tempo $[t]$. Ou seja, o valor presente dos gastos esperados do governo mais a dívida inicial deve ser igual ao valor presente da alíquota média de impostos.

Nesse sentido, se considerar que o custo dos tributos é o quadrado da alíquota média, a função objetivo do governo é:

$$V = -\frac{1}{2} \sum_{s=t}^{\infty} \beta^{s-t} E_t \tau_s^2, \quad 0 < \beta < 1 \quad (3.5)$$

Onde $[\beta = \frac{1}{1+R}]$ é a taxa de desconto subjetiva do governo; a Equação de Euler implica que, para qualquer $[s > t]$ ao otimizar (3.5) sujeito a (3.2) e (3.3) obtém-se:

$$E_t \tau_s = \tau_t \quad (3.6)$$

Note que a equação (3.6) sugere uma noção de suavização dos tributos, assim como se derivou do modelo de Barro (A.20). Porém a contribuição de Ghosh (1995) para a literatura teórica foi estabelecer uma distinção entre Suavização Tributária e Inclinação Tributária (Tax Tilting) o que Barro (1979) não fez. A Inclinação Tributária $[\gamma]$ é o deslocamento no tempo do ônus tributário dada uma taxa de desconto; entretanto, mantendo a sustentabilidade da dívida sem qualquer relação com um esquema racional do governo que busca a otimização tributária intertemporal. A identificação da Inclinação Tributária é importante para se determinar quanto do deslocamento do ônus tributário no tempo é explicado por Suavização Tributária e Inclinação Tributária. Observe que $[\gamma = \left[\frac{1 - \frac{R}{\beta}}{1 - R} \right]]$, assim se $(\beta < R)$ o governo tem uma alta taxa de desconto e é incentivado a ter tributos mais baixos em $[t]$ do que em $[t + 1]$; $(\beta > R)$ o governo tem uma baixa taxa de desconto e é incentivado a ter tributos mais altos em $[t]$ do que em $[t + 1]$; $(\beta = R)$ o governo tem uma taxa de desconto indiferente e é incentivado a ter tributos em $[t]$ igual $[t + 1]$.

$$\tau_t = (r - y)d_t + \frac{R}{1 + R} \sum_{s=t}^{\infty} \left(\frac{1}{1 + R} \right)^{s-t} E_t g_s^{pri} \quad (3.7a)$$

$$\tau_t = \frac{1}{\gamma} \left[(r - y)d_t + \frac{R}{1 + R} \sum_{s=t}^{\infty} \left(\frac{1}{1 + R} \right)^{s-t} E_t g_s^{pri} \right] \quad (3.7b)$$

Note que a equação (3.7a) nos diz que o único passeio aleatório (ou martingale) que satisfaz a Hipótese de Suavização Tributária é aquele em que o valor da carga tributária (ou alíquota média de tributos) $[\tau_t]$ é suficiente para no mínimo cobrir a dívida inicial $[(r - y)d_t]$ mais o valor presente das expectativas de gastos permanentes do governo $[\frac{R}{1+R} \sum_{s=t}^{\infty} (\frac{1}{1+R})^{s-t} E_t g_s]$. Já (3.7b) nos diz que se $(\beta \neq R)$ então $(\gamma \neq 1)$ e que é possível existir um passeio aleatório da carga tributária que não satisfaça a Hipótese de Suavização Tributária, ou seja, o passeio aleatório é condição necessária, porém, não suficiente para a Hipótese de Suavização Tributária. Desta forma, a política orçamentária ótima é aquela em que a alíquota média de tributos $[\tau_t]$ seja definida para cobrir os gastos permanentes do governo. Portanto, pode-se definir o resultado orçamentário pelo conceito nominal de variação de dívidas como $[rn_t = (1 + y)(d_t - d_{t+1})]$, assim, redefine-se a restrição orçamentária dinâmica de (3.2) para $(\gamma = 1)$ e $(\gamma \neq 1)$ como:

$$rn_t = \tau_t - (g_t^{pri} + (r - y)d_t) = \tau_t - g_t \quad (3.8a)$$

$$rn_t = \frac{1}{\gamma} \tau_t - (g_t^{pri} + (r - y)d_t) = \frac{1}{\gamma} \tau_t - g_t \quad (3.8b)$$

Observe que, nesta passagem, a variável $[g_t]$ é explicitada como a totalização de gastos primários com gastos nominais. Substituindo (3.7a) em (3.8a) para $(\gamma = 1)$ e (3.7b) em (3.8b) $(\gamma \neq 1)$ obtêm-se:

$$rn_t = \sum_{s=t+1}^{\infty} \left(\frac{1}{1+R} \right)^{s-t} E_t \Delta g_s \quad (3.9a)$$

$$rn_t = \frac{1}{\gamma} \left[\sum_{s=t+1}^{\infty} \left(\frac{1}{1+R} \right)^{s-t} E_t \Delta g_s \right] \quad (3.9b)$$

Os resultados analíticos nessa fundamentação teórica na equação (A.20) para Barro (1979) e em (3.6) para Ghosh (1995) demonstraram que a carga tributária pode fazer um caminho aleatório. Entretanto, Ghosh (1995) demonstra a possibilidade, mesmo com sustentabilidade fiscal, que a carga tributária pode estabilizar devido a um processo de inclinação tributária.

Pela equação (3.9a) se a Hipótese de Suavização Tributária for verdadeira, a política orçamentária ótima sempre definirá o Resultado Nominal $[rn_t]$ como o valor presente das expectativas de mudança no padrão de gastos do governo. Ou seja, se a esperança é que o padrão dos gastos aumente, o resultado melhora no presente; se a esperança é que o padrão dos gastos diminua, o resultado piora. Observe que é um comportamento similar ao de um consumidor que deseja suavizar o consumo Hall (1978). E pela (3.9b) a presença do $[\frac{1}{\gamma}]$, a Inclinação Tributária, inviabiliza ou mitiga fortemente a Hipótese de Suavização Tributária.

Passa-se a uma breve demonstração da abordagem VAR–Campbell–Shiller para testar a Hipótese de Suavização Tributária. Essa abordagem é um procedimento econométrico; porém, como não é a metodologia aplicada neste trabalho, apresenta-se aqui como fundamentação teórica para demonstrar como essa abordagem pode tangenciar os aspectos da velocidade dos ajustes, bem como das assimetrias. A partir de (3.9a), pode-se estimar Adler (2006):

$$\hat{r}n_t = E(rn_t|H_t) = E\left\{E\left\{\sum_{s=t+1}^{\infty} \left(\frac{1}{1+R}\right)^{s-t} \Delta g_s | I_t\right\} | H_t\right\} \quad (3.10)$$

Observe que as expectativas sobre o padrão de gastos do governo $[\Delta g_s]$ estão condicionadas ao conjunto de informações completas $[I_t]$ que o governo tem $[\Delta g_s | I_t]$. Porém, é possível estimar a trajetória do resultado nominal $[\hat{r}n_t]$ apenas com o subconjunto das informações $[H_t]$. O que sustenta esse raciocínio é o fato de que o resultado orçamentário $[rn_t = \tau_t - g_t]$ representa um subconjunto de informações que o governo tem sobre o padrão de gastos no futuro, ou seja, $[H_t \subseteq I_t]$. Observe que o resultado orçamentário $[\hat{r}n_t]$ causa, no sentido de Granger, as expectativas de mudanças no padrão de gastos do governo $[\Delta g_s]$, assim, o modelo a ser estimado para a trajetória do resultado orçamentário é esse:

$$\hat{r}n_t = \sum_{s=t+1}^{\infty} \left(\frac{1}{1+R} \right)^{s-t} E(\Delta g_s | H_t) \quad (3.11)$$

Nesse ponto, é importante ter claro que, nos termos em que a Hipótese de Suavização de Tributos foi proposta, as variáveis $[\tau_t]$, $[g_t]$ e $[rn_t]$ carregam propriedades de séries temporais. Nesse sentido: 1) os tributos $[\tau_t]$ têm uma raiz unitária em nível e a primeira diferença dela é estacionária ; 2) os gastos do governo $[g_t]$ têm uma raiz unitária em nível e a primeira diferença

dela é estacionária; 3) o resultado orçamentário $[rn_t]$ que é uma combinação orçamentária de $[rn_t = \tau_t - g_t]$ é estacionária em nível, assim, $[\tau_t]$ e $[g_t]$ são cointegrados Trehan e Walsh (1988) e Trehan e Walsh (1991).

Portanto, o primeiro passo do algoritmo do Teste da Hipótese Suavização Tributária é o teste de cointegração de $[\tau_t]$, $[g_t]$.

O segundo passo do teste da HST é a verificação da causalidade, no sentido de Granger, do resultado orçamentário nos gastos do governo. Para tanto, verifica-se a significância estatística dos coeficientes estimados pela abordagem VAR.

A terceira etapa do algoritmo que testa a HST é o Teste de Wald para a restrição dos Λ 's da abordagem VAR-Campbell-Shiller, conforme apontado na equação (3.17). A cointegração entre $[\tau_t]$ e $[g_t]$ garante a sustentabilidade da dívida (3.3) e a restrição dinâmica (3.2). Assim, entender como $[\tau_t]$ e $[g_t]$ se ajustam para se manterem relacionadas no longo prazo demanda um modelo de correção de erros, conforme proposto no VAR-Campbell-Shiller Campbell (1986) e Campbell e Shiller (1987):

$$\begin{bmatrix} \Delta g_t \\ rn_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta g_{t-1} \\ rn_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{\Delta g_t} \\ \varepsilon_{rnt} \end{bmatrix} \quad (3.12)$$

Em notação matricial:

$$\mathbf{X}_t = \mathbf{A}\mathbf{X}_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.13)$$

Embora o VAR capture a dinâmica, ele não explicita a velocidade de ajuste ao equilíbrio de longo prazo da mesma forma direta que o coeficiente do ECM em um modelo ARDL. No VAR de Ghosh, a velocidade está oculta na matriz de transição $[\mathbf{A}]$. Se os autovalores dessa matriz forem próximos de 1, o ajuste é lento; se forem próximos de 0, é rápido. Em outras palavras, a matriz $[\mathbf{A}]$ na equação (3.13) contém implicitamente as informações sobre a velocidade de ajuste que este trabalho busca explicitar com o termo ECM.

O modelo de Ghosh é estritamente linear. As equações (3.12) e (3.14) assumem que a resposta do sistema é a mesma para choques positivos e negativos em $[\Delta g_t]$. Ou seja, não há mecanismo para a assimetria. A única não-linearidade permitida é a Inclinação Tributária (γ), mas ela é modelada como um parâmetro constante na equação (3.18), e não como uma resposta dinâmica assimétrica a choques.

Então, se os dados de $[\tau_t]$ e $[g_t]$ apresentarem raiz unitária em nível e primeira diferença estacionária, e os dados de $[rn_t]$ forem estacionários em nível, é possível prever uma mudança no padrão dos gastos do governo:

$$\mathbf{E}(\Delta \mathbf{g}_s | H_t) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \mathbf{A}^{s-t} \mathbf{X}_t \quad (3.14)$$

Substituindo (3.14) em (3.11) demonstra-se:

$$R\hat{W}_t = \sum_{s=t+1}^{\infty} \left(\frac{1}{1+R} \right)^{s-t} \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \mathbf{A}^{s-t} \mathbf{X}_t \quad (3.15)$$

$$R\hat{W}_t = [1 \quad 0] \frac{1}{1+R} A \left(I - \frac{1}{1+R} A \right)^{-1} X_t \quad (3.16)$$

$$R\hat{W}_t = \Lambda_1 \Delta g_t + \Lambda_2 r n_t \quad (3.17)$$

A equação (3.17) demonstra que para o resultado orçamentário estimado $[R\hat{W}_t]$ ser igual ao resultado orçamentário observado $[r n_t]$, necessariamente, os parâmetros $[\Lambda_1 = 0]$ e $[\Lambda_2 = 1]$. Se o Teste Wald demonstrar que os parâmetros forem $[\Lambda_1 \approx 0]$ e $[\Lambda_2 \approx 1]$, significa que a Hipótese de Suavização Tributária é válida.

O quarto passo do procedimento para testar a HST, conforme a recomendação da literatura, é a inspeção visual das curvas de resultado orçamentário previsto contra resultado orçamentário real, bem como verificar a correlação entre ambas.

O quinto passo do procedimento para testar a HST é a regressão da Inclinação Tributária. Note que do primeiro ao quarto passo, cada passo é pré-requisito para o próximo. Entretanto, o quinto passo pode ocorrer a qualquer momento do teste e foi colocado aqui por clareza expositiva.

Para estimar $[\frac{1}{\gamma}]$ utiliza-se uma regressão de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) da seguinte forma:

$$\tau_t = \alpha + \left(\frac{1}{\gamma} \right) \left[g_t^{pri} + (r - y) d_t \right] + \varepsilon_t \quad (3.18)$$

Onde $[\tau_t]$ é a carga tributária do período $[t]$; $[g_t^{pri}]$ representa os gastos primários do governo no período $[t]$; $[r]$ representa a taxa de juros real; $[y]$ representa a taxa de crescimento do produto; $[d_t]$ representa o estoque de dívida pública no período $[t]$; $[\alpha]$ é o termo constante (intercepto); $[\frac{1}{\gamma}]$ é o coeficiente que representa a estimativa do parâmetro de inclinação tributária; e $[\varepsilon_t]$ é o termo de erro (ruído branco). Espera-se que $[\frac{1}{\gamma} \approx 1]$, pois assim fica afastada a possibilidade de o processo de estabilização da alíquota estar relacionado à Inclinação Tributária. Uma vez satisfeitas as cinco etapas do algoritmo do teste da HST, pode-se afirmar que ela é positiva.

A equação (3.18) é o elo que liga a modelagem de Ghosh com a modelagem que será proposta adiante. Essa equação estima o parâmetro de inclinação $[\gamma]$. Como será demonstrado à frente a modelagem estocástica de um NARDL propõe que esse $[\gamma]$ não é apenas um número fixo, mas o resultado de um comportamento assimétrico $[\theta^+ \neq \theta^-]$. Enquanto Ghosh estima a inclinação como uma constante, nesse trabalho a inclinação será decomposta em uma resposta assimétrica.

Embora o modelo de Ghosh avance ao incorporar a dinâmica de expectativas através do VAR, ele possui limitações importantes para a presente investigação. Primeiro, sua estrutura linear não permite testar se a velocidade de ajuste (implícita na matriz de transição) difere entre choques positivos e negativos, ignorando a possibilidade de assimetria. Segundo, a metodologia assume que o resultado nominal $[r n_t]$ é estacionário. Como discutido adiante, caso o $[r n_t]$ apresente raiz unitária (sintoma de inclinação forte), a abordagem VAR em níveis pode ser

inadequada. Isso justifica a adoção da abordagem ARDL/NARDL, que é robusta a diferentes ordens de integração e desenvolvidas explicitamente para modelar assimetrias e velocidades de ajuste.

3.2 Uma análise dual para suavização e inclinação tributárias

Essa pesquisa fez um exercício empírico para inferir sobre a Hipótese de Suavização Tributária (HST) a partir de Modelos Autorregressivos de Defasagem Distribuída (ARDL/NARDL) e foi razoavelmente bem-sucedida nesse propósito, fundamentada nas contribuições de Barro e Ghosh sobre Suavização Tributária. Para fazer isso, tomou uma decisão de procedimento econométrico que foi estimar duas equações pareadas. Sendo a primeira equação com o Resultado Nominal $[rn]$ explicado pela arrecadação $[\tau]$. Já a segunda equação com o Resultado Nominal $[rn]$ explicado pelas despesas $[g]$.

É exatamente nesse ponto, a especificação de um modelo econométrico dual que essa pesquisa inovou em relação às contribuições de Barro e Ghosh sobre HST. Essa decisão foi tomada pelo fato de que os modelos NARDLs permitem inferir sobre as assimetrias dos ajustes e sobre as velocidades dos ajustes (Error Correction Model - ECM). Nesse sentido, essa pesquisa entende que controlar o ECM da arrecadação $[\tau]$ e o ECM das despesas $[g]$ permite avanços significativos no processo sobre a inferência do fundamento gradualismo da HST. Isso por si só já justificaria a decisão pelo pareamento das duas equações. Mas, adicionalmente, o pareamento de equações permite controlar, ou isolar, as possíveis assimetrias do sistema fiscal advindas da arrecadação $[\tau]$ e/ou das despesas $[g]$.

As apresentações das contribuições de Barro e Ghosh tiveram o condão de deixar claro que o fundamento do gradualismo da HST é uma condição necessária para a hipótese, todavia, somente esse aspecto não é suficiente para inferir positivamente a HST. A suficiência para HST só é atingida com a sustentabilidade fiscal. Portanto, nos procedimentos empíricos para inferir a HST por ARDL/NARDL são indispensáveis etapas como: a cointegração entre resultado nominal $[rn]$ e arrecadação $[\tau]$ e despesas $[g]$ para garantir o aspecto da sustentabilidade da HST; a estimação da velocidade dos ajustes de correção de erros para inferir o gradualismo da HST. Mas a principal descoberta na execução do exercício empírico foi que os testes de assimetrias para a especificação do padrão de linearidade ou não-linearidade dos modelos são a qualificação e quantificação do fenômeno que Ghosh descreveu como Inclinação Tributária.

Nesse sentido, os resultados do exercício empírico com a aplicação de modelos econométricos ARDL/NARDL bem como na análises das próximas subseções dessa seção permitem conjecturar que os fundamentos da HST pode ser um tripé: 1) gradualismo da carga tributária; 2) sustentabilidade fiscal; 3) simetria no ajuste da carga tributária.

Observe que a proposição de que a simetria constitui um terceiro pilar fundamental da HST é apresentada como apenas uma conjectura. O exercício de otimização determinística na

Seção (3.2.2) foi incluído para servir como uma ilustração algébrica de que a ausência de simetria é perfeitamente compatível com o controle da persistência e do gradualismo da carga tributária.

No entanto, este exercício não se destina a ser uma prova de que a simetria é uma condição necessária para a otimalidade no sentido clássico de Barro (1979). A otimalidade fundamental na Hipótese de Suavização Tributária reside, primeiramente, na estabilidade do custo marginal de distorção, o que se traduz econometricamente na necessidade de a carga tributária seguir um passeio aleatório.

Dado que apenas o caso brasileiro foi objeto dessa pesquisa, a confirmação da necessidade desse terceiro pilar (simetria) exigiria aprofundamentos com a utilização de outras modelagens econométricas e de uma pesquisa mais ampla em um painel de países.

Ocorre que essa pesquisa não encontrou, até esse momento, nenhuma análise dual para fundamentar a especificação de um modelo econométrico para inferir sobre HST. Então, essa seção é uma tentativa de desenvolver essa análise, a partir da demonstração de conceitos determinísticos análogos aos conceitos estocásticos de cointegração, simetria, e ECM. Porém, nesse processo será demonstrado matematicamente que a simetria é a solução ótima que minimiza a Inclinação Tributária o que de certa forma seria uma evidência para a necessidade de um tripé para que a HST teste positivo.

3.2.1 Sustentabilidade Fiscal: Co-tendência e Cointegração

Na econometria de séries temporais, a cointegração descreve uma relação de equilíbrio de longo prazo entre duas ou mais variáveis não estacionárias ($I(1)$), que possuem tendências estocásticas Engle e Granger (1987). Em um ambiente estocástico, séries não estacionárias ($I(1)$) são frequentemente modeladas como processos com uma raiz unitária (passeio aleatório). O análogo determinístico para uma série que cresce ou decresce persistentemente ao longo do tempo é um processo estacionário em torno de uma tendência linear Hamilton (1994).

Contudo, existe um conceito paralelo para variáveis que possuem tendências determinísticas. Este conceito é conhecido como co-tendência Hamilton (1994). Assim, passa-se a demonstrar algebricamente como duas séries com tendências lineares determinísticas podem caminhar juntas, ou seja, ser co-tendências.

A análise se baseia em duas definições fundamentais: série com tendência determinística e co-tendência. Uma série temporal como $[rn_t]$ possui uma tendência determinística se ela pode ser expressa como a soma de uma função linear do tempo e um componente transitório. Duas ou mais séries com tendências determinísticas são ditas co-tendências se existe uma combinação linear entre elas que é estacionária em tendência, ou seja, que não possui uma tendência determinística Hamilton (1994) e Enders (2015). Então, (3.8a) deve ser reescrita para que contenha esses dois atributos de séries com tendência determinística.

$$rn_t = c + \tau_t - g_t + \delta_t + z_t \quad (3.19)$$

Onde, $[rn_t]$ é o resultado nominal que não deve possuir uma tendência determinística; $[c]$ é uma constante (ou intercepto); $[\tau_t]$ é a carga tributária ou arrecadação; $[g_t]$ são as despesas; $[\delta_t]$ é a tendência linear de longo prazo; $[z_t]$ é um componente transitório determinístico cujo efeito desaparece no longo prazo $[\lim_{t \rightarrow \infty} z_t = 0]$.

Seguindo a abordagem de decomposição de séries temporais, pode-se representar uma série como a soma de seus componentes de tendência, ciclo e sazonalidade Harvey (1990). Então, para as séries carga tributária $[\tau_t]$ e as despesas $[g_t]$ serem co-tendências, assume-se que possuem as seguintes tendências lineares:

$$\tau_t = c_\tau + \delta_{\tau t} + f_\tau(t) \quad (3.20a)$$

$$g_t = c_g + \delta_{gt} + f_g(t) \quad (3.20b)$$

Onde $[c_\tau]$ e $[c_g]$ são constantes, respectivamente, da carga tributária e das despesas; $[\delta_{\tau t}]$ e $[\delta_{gt}]$ são os coeficientes de tendência, respectivamente, da carga tributária e das despesas; $[f_\tau(t)]$ e $[f_g(t)]$ são os componentes transitórios, respectivamente, da carga tributária e das despesas, que tendem a zero quando $[t \rightarrow \infty]$. Observe que são funções determinísticas transitórias que representam as velocidades de ajuste, que podem ser diferentes no curto prazo. Desta forma, para que as séries carga tributária $[\tau_t]$ e as despesas $[g_t]$ sejam co-tendências, suas tendências devem ser proporcionalmente relacionadas. Ou seja, deve existir um coeficiente $[\beta]$ tal que:

$$\delta_\tau = \beta \cdot \delta_g \quad (3.21)$$

Este $[\beta]$ é o análogo ao coeficiente de cointegração. Para simplificar, considera-se o caso especial onde $[\beta = 1]$ isso implica que as séries compartilham uma tendência comum idêntica, $[\delta_{\tau t} = \delta_{gt} = \delta]$. Assim, para demonstrar que a carga tributária $[\tau_t]$ e as despesas $[g_t]$ são co-tendências, substitui-se (3.20a) e (3.20b) em (3.19):

$$rn_t = \tau_t - g_t \quad (3.22)$$

$$rn_t = [c_\tau + \delta_{\tau t} + f_\tau(t)] - [c_g + \delta_{gt} + f_g(t)] \quad (3.23)$$

$$rn_t = (c_\tau - c_g) + (\delta_{\tau t} - \delta_{gt}) + [f_\tau(t) - f_g(t)] \quad (3.24)$$

Como a condição de co-tendência $[\delta_{\tau t} = \delta_{gt} = \delta]$ é satisfeita, o termo da tendência, $[\delta_{\tau t} - \delta_{gt}]$, se anula. A equação resultante para $[rn_t]$ é:

$$rn_t = (c_\tau - c_g) + [f_\tau(t) - f_g(t)] \quad (3.25)$$

A série $[rn_t]$ é agora composta apenas por uma constante, $[(c_\tau - c_g)]$, e por uma combinação de funções transitórias, $[f_\tau(t) - f_g(t)]$, que também é transitória. Como a tendência linear foi eliminada, a série $[rn_t]$ é, por definição, estacionária sem tendência. Isso prova que $[\tau_t]$ e $[g_t]$ são co-tendências.

Sabe-se que $[\lim_{t \rightarrow \infty} f_{\tau}(t) = 0]$ e $[\lim_{t \rightarrow \infty} f_g(t) = 0]$, o comportamento de $[rn_t]$ no longo prazo converge para uma constante:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} rn_t = c_{\tau} - c_g \quad (3.26)$$

A diferença entre as séries é estável no longo prazo, significando que $[\tau_t]$ e $[g_t]$ estão ligadas por uma relação de equilíbrio. A co-tendência demonstra matematicamente como duas séries, que individualmente crescem (ou decrescem) indefinidamente ao longo de uma tendência linear, podem estar ligadas por uma relação de equilíbrio de longo prazo. Essa relação de equilíbrio existe se elas compartilharem uma tendência comum, de modo que uma combinação linear entre elas elimina essa tendência, resultando em uma série sem tendência como, em tese, deve ocorrer com (3.8a) $[rn_t = \tau_t - g_t]$.

Algebricamente, a demonstração de co-tendência consiste em apresentar que as séries compartilham uma tendência linear comum $[\delta]$, mas possuem componentes transitórios distintos $[f_{\tau}(t)]$ e $[f_g(t)]$. A subtração de uma série da outra elimina esta tendência comum, resultando em uma série de diferença $[rn_t]$ que converge para uma constante, provando a existência de uma relação de equilíbrio de longo prazo em um contexto determinístico Hamilton (1994) e Enders (2015).

Nesse ponto, é importante que fique claro que a tendência linear comum $[\delta]$ entre $[\tau_t]$ e $[g_t]$ é o que garante o pilar da sustentabilidade da HST. Todavia, o exercício empírico demonstra a necessidade de se especificar um modelo econométrico onde não se perca a informação da tendência linear comum $[\delta]$ para poder inferir sobre a linearidade (a simetria).

Em função disso, decide-se estimar duas equações pareadas para controlar as tendências lineares de $[\tau_t]$ e $[g_t]$. Mas também para controlar as velocidades dos ajustes (ECM) assim as três próximas subseções tratarão de desenvolver uma análise com o pareamento das duas equações.

3.2.2 Simetria Fiscal: Ajuste por limiar e Assimetria

A demonstração de co-tendência garante a relação de longo prazo a sustentabilidade fiscal, um dos pilares da HST. Mas a natureza dos ritmos de ajustes diferentes, ou seja, os componentes transitórios $[f_{\tau}(t)]$ e $[f_g(t)]$, ainda precisa ser especificada. No ajuste por limiar, análogo à simetria dos modelos NARDL, são introduzidos nas equações como os desvios da tendência $[u_{\tau,t}]$ e $[u_{g,t}]$. Desta forma, permite-se demonstrar como tais desvios são ajustados ao longo do tempo.

Para uma análise genérica, demonstram-se as equações de ajuste para cada componente fiscal $[\tau_t]$ e $[g_t]$. Todavia, propõe-se tanto a possibilidade de um comportamento assimétrico (o caso geral) quanto de um comportamento simétrico (um caso restrito).

Então, na modelagem dos desvios da arrecadação $[\tau_t]$ é essencial que se capture a dinâmica desses desvios de $[\tau_t]$ da respectiva tendência de longo prazo que podem assumir duas

formas funcionais: o caso geral assimétrico (análogo ao NARDL); e o caso particular simétrico (análogo ao ARDL).

O caso assimétrico, não linear, é a forma mais flexível, pois permite que a velocidade de ajuste do desvio da arrecadação dependa do sinal positivo ou negativo. Essa distinção de parâmetros é modelada a partir de uma regra de ajuste por limiar (threshold), cuja teoria foi extensivamente desenvolvida por Tong (1990) e aplicada a modelos de correção de erros por Balke e Fomby (1997).

$$u_{\tau,t} = \begin{cases} \rho_{\tau}^{+} \cdot u_{\tau,t-1} & \text{se } u_{\tau,t-1} > 0 \quad (\text{arrecadação acima da tendência}) \\ \rho_{\tau}^{-} \cdot u_{\tau,t-1} & \text{se } u_{\tau,t-1} \leq 0 \quad (\text{arrecadação abaixo da tendência}) \end{cases} \quad (3.27)$$

Onde $[|\rho_{\tau}^{+}| < 1]$ e $[|\rho_{\tau}^{-}| < 1]$ garantem a convergência. Se $[\rho_{\tau}^{+} \neq \rho_{\tau}^{-}]$ existe uma assimetria sistemática. Ou seja, essa assimetria sistemática é qualificação e quantificação da Inclinação Tributária nos termos descritos por Ghosh (1995).

O caso simétrico (análogo ao ARDL) ocorre quando se impõe a restrição de que a velocidade de ajuste é a mesma para desvios positivos e negativos, ou seja, $[\rho_{\tau}^{+} = \rho_{\tau}^{-} = \rho_{\tau}]$. Assim, equação (3.27) se simplifica para:

$$u_{\tau,t} = \rho_{\tau} \cdot u_{\tau,t-1} \quad (3.28)$$

Neste caso, o ajuste é linear e não depende do estado do sistema. Em outras palavras, o formulador da política fiscal reage na mesma proporção tanto para subir quanto para baixar tributos. Ou seja, em uma conjuntura que se exige determinado gasto tributário em desoneração, tais gastos serão totalmente cobertos pela re-oneração assim que conjuntura mudar. Seria uma atuação mecânica do formulador de política fiscal, pouco provável, entretanto possível.

Já sobre a modelagem dos desvios das despesas, a dinâmica do desvio da despesa de sua tendência de longo prazo também pode assumir duas formas: o caso geral assimétrico (análogo ao NARDL); o caso particular simétrico (análogo ao ARDL). No caso assimétrico, a velocidade de ajuste do desvio das despesas pode depender de seu sinal. Por exemplo, despesas acima da tendência (um choque de gastos) podem persistir por mais tempo do que despesas abaixo da tendência.

$$u_{g,t} = \begin{cases} \rho_g^{+} \cdot u_{g,t-1} & \text{se } u_{g,t-1} > 0 \quad (\text{despesa acima da tendência}) \\ \rho_g^{-} \cdot u_{g,t-1} & \text{se } u_{g,t-1} \leq 0 \quad (\text{despesa abaixo da tendência}) \end{cases} \quad (3.29)$$

A assimetria ocorre se $[|\rho_g^{+}| \neq |\rho_g^{-}|]$. Já o caso simétrico sob a restrição $[\rho_g^{+} = \rho_g^{-} = \rho_g]$, a dinâmica do desvio da despesa se torna linear.

$$u_{g,t} = \rho_g \cdot u_{g,t-1} \quad (3.30)$$

Ao apresentar ambas as formas (genérica assimétrica e a restrita simétrica) para cada componente fiscal $[\tau_t]$ e $[g_t]$, esta análise estabelece uma fundamentação teórica que contempla todas combinações possíveis para o algoritmo de seleção empírica de modelos. O procedimento econométrico subsequente, utilizando o Teste Simetria, pode ser visto como o método para determinar qual dessas quatro combinações de modelos (por exemplo, Arrecadação Assimétrica com Despesa Simétrica) é a que melhor descreve os dados para um determinado país e período.

Uma das principais contribuições dessa pesquisa está em propor uma metodologia para medir a Inclinação Tributária. Essa medida permitirá, em tese, ao formulador de política fiscal criar um elo que conecta os pilares da HST: sustentabilidade fiscal e gradualismo da carga tributária. De forma que surja um terceiro pilar para HST: a otimização da assimetria. Pois, se a assimetria entre $[\rho_\tau^+]$ e $[\rho_\tau^-]$ for gerida de forma ótima, é muito provável que a carga tributária também seja ótima nos termos que a literatura da HST propõe, ou seja, sem qualquer resquício de Inclinação Tributária.

Para além do fato da possibilidade de ocorrência o modelo simétrico da arrecadação $[\rho_\tau^+ = \rho_\tau^- = \rho_\tau]$ foi apresentado acima para demonstrar que pode-se encontrar, matematicamente, um modelo livre de assimetria, livre de Inclinação Tributária. Portanto, a especificação e a estimação dos modelos econométricos como esses terão o condão de demonstrar o quanto o modelo simétrico para arrecadação, mesmo que teórico, se distancia dos resultados do modelo assimétrico real. A comparação entre o modelo simétrico teórico e um modelo econométrico assimétrico para arrecadação não é um cálculo de otimização da carga tributária no sentido de minimizar algebricamente a Inclinação Tributária. Mas é um bom indício de quanto um sistema fiscal se distancia da assimetria ou Inclinação Tributária.

Todavia, isso pode ser comprovado ao se partir da premissa que pode existir um dilema entre a simetria da política tributária e o gradualismo da carga tributária. Uma política tributária assimétrica $[\rho_\tau^+ \neq \rho_\tau^-]$ poderia, em tese, ser usada para obter mais gradualismo do que uma política simétrica $[\rho_\tau^+ = \rho_\tau^-]$. Testa-se essa ideia formalmente através de um problema de otimização, a minimização Inclinação Tributária sujeita à restrição do gradualismo da carga tributária. O problema do formulador de política fiscal seria o de escolher uma regra de reação (ou seja, os parâmetros $[\rho_\tau^+]$ e $[\rho_\tau^-]$) para minimizar assimetria (a Inclinação Tributária), sujeito a uma restrição que é o custo da diminuição do gradualismo da carga tributária, e que tal custo não ultrapasse um certo nível.

A Formulação desse problema de otimização inicia-se pela modelagem da função objetivo de minimização da assimetria. A assimetria é medida pela diferença entre os parâmetros de ajuste. A forma mais simples de minimizar essa diferença é minimizar quadrado dela:

$$\min_{\rho_\tau^+, \rho_\tau^-} (\rho_\tau^+ - \rho_\tau^-)^2 \quad (3.31)$$

A segunda parte do problema de otimização é a modelagem da restrição. A restrição é a diminuição do gradualismo da carga tributária. A diminuição do gradualismo da carga tributária está relacionada à persistência dos desvios $[u_{\tau,t}]$. Uma medida para a persistência média do processo é a média ponderada dos quadrados dos coeficientes de ajuste, onde os pesos $[\pi]$ e $[1 - \pi]$ são as probabilidades de o sistema estar acima ou abaixo da tendência de gradualismo da carga tributária, respectivamente. O governo, portanto, enfrenta a restrição de que essa persistência média ao quadrado deve ser igual a uma constante $[K]$:

$$\text{sujeito a: } \pi(\rho_{\tau}^{+})^2 + (1 - \pi)(\rho_{\tau}^{-})^2 = K \quad (3.32)$$

Onde $[K]$ representa o nível máximo de diminuição do gradualismo da carga tributária. Ou seja, persistência de desvios que o governo está disposto a tolerar. A utilização dos termos ao quadrado se justifica, pois em processos autorregressivos, a variância incondicional da série (a medida estatística de volatilidade) é uma função crescente do quadrado do parâmetro de persistência (ρ^2) Hamilton (1994). Portanto, limitar a média ponderada de ρ^2 equivale a limitar a volatilidade total da carga tributária.

A parte final do problema de minimização da Inclinação Tributária restrita à diminuição do gradualismo da carga tributária é a utilização do método dos Multiplicadores de Lagrange. O Lagrangeano $[\mathcal{L}]$ é:

$$\mathcal{L}(\rho_{\tau}^{+}, \rho_{\tau}^{-}, \mu) = (\rho_{\tau}^{+} - \rho_{\tau}^{-})^2 + \mu [\pi(\rho_{\tau}^{+})^2 + (1 - \pi)(\rho_{\tau}^{-})^2 - K] \quad (3.33)$$

Onde $[\mu]$ é o multiplicador de Lagrange associado à restrição da diminuição do gradualismo.

Então, para encontrar a mínima Inclinação Tributária, derivamos o Lagrangeano em relação a $[\rho_{\tau}^{+}]$, $[\rho_{\tau}^{-}]$ e $[\mu]$ e iguala-se a zero, ou seja, a Condição de Primeira Ordem (CPO):

Derivando em relação a ρ_{τ}^{+} :

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \rho_{\tau}^{+}} = 2(\rho_{\tau}^{+} - \rho_{\tau}^{-}) \cdot (1) + \mu[2\pi\rho_{\tau}^{+}] = 0 \quad (3.34)$$

Derivando em relação a ρ_{τ}^{-} :

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \rho_{\tau}^{-}} = 2(\rho_{\tau}^{+} - \rho_{\tau}^{-}) \cdot (-1) + \mu[2(1 - \pi)\rho_{\tau}^{-}] = 0 \quad (3.35)$$

Portanto, a forma mais simples de resolver este sistema é notar o que a função objetivo está modelando. O objetivo é minimizar $[(\rho_{\tau}^{+} - \rho_{\tau}^{-})^2]$. E o valor mínimo absoluto que esta função pode assumir é zero.

Este mínimo de zero é alcançado se, e somente se:

$$\rho_{\tau}^{+} = \rho_{\tau}^{-} \quad (3.36)$$

Abre-se a seguinte pergunta: se a solução sem Inclinação Tributária (sem assimetria) é viável tanto matematicamente quanto economicamente; qual é a solução ótima para satisfazer a restrição do gradualismo da carga tributária. Isso pode ser verificado ao se impor a condição de simetria $[\rho_{\tau}^{+} = \rho_{\tau}^{-} = \rho_{\tau}]$ na equação da restrição (3.32).

A literatura acerca de ARDL/NARDL aplicada à HST é inexistente até o momento. Assim, o enfoque na detecção empírica de assimetrias para inferir Inclinação Tributária também o é, tampouco o desenvolvimento de mecanismos teóricos que conectem essas assimetrias aos custos de bem-estar da volatilidade fiscal.

Para preencher essa lacuna, esta pesquisa propõe uma análise que utiliza as propriedades de variância incondicional de processos autorregressivos Hamilton (1994) para deduzir um parâmetro teórico $[K]$. Este parâmetro representa o limite de tolerância à volatilidade que, quando inserido em um problema de otimização do governo, demonstra que a simetria ($\rho^{+} = \rho^{-}$) é a solução ótima para minimizar as assimetrias sob a restrição de estabilidade da carga tributária. Porém, fora do âmbito do problema da otimização é uma medida de persistência ou inércia das velocidades dos ajustes.

$$\begin{aligned}\pi(\rho_{\tau})^2 + (1 - \pi)(\rho_{\tau})^2 &= K \\ \rho_{\tau}^2(\pi + 1 - \pi) &= K \\ \rho_{\tau}^2 &= K \\ \rho_{\tau} &= \sqrt{K}\end{aligned}$$

Ficou demonstrado que a solução simétrica é perfeitamente viável. E que é possível escolher um parâmetro de ajuste simétrico, $[\rho_{\tau} = \sqrt{K}]$, que satisfaça exatamente a restrição de gradualismo da carga tributária. Como o objetivo do governo deveria ser encontrar a menor assimetria possível, foi demonstrado que a assimetria zero é uma solução possível, então esta deve ser a solução ótima. Esse procedimento matemático de minimização da Inclinação Tributária leva inequivocamente à conclusão de que a política tributária ótima é a simétrica.

Isso significa que uma equação geral assimétrica:

$$u_{\tau,t} = \begin{cases} \rho_{\tau}^{+} \cdot u_{\tau,t-1} & \text{se } u_{\tau,t-1} > 0 \\ \rho_{\tau}^{-} \cdot u_{\tau,t-1} & \text{se } u_{\tau,t-1} \leq 0 \end{cases}$$

Quando otimizada, se simplifica para a equação particular e simétrica:

$$u_{\tau,t} = \rho_{\tau} \cdot u_{\tau,t-1}$$

Este resultado implica que o dilema entre simetria da política tributária e o gradualismo da carga tributária é apenas aparente. Matematicamente, não existe um *trade-off* entre minimizar

a Inclinação Tributária e controlar o gradualismo da carga tributária. A política que elimina completamente a assimetria é perfeitamente capaz de atingir qualquer nível desejado de controle do gradualismo da carga tributária ou de persistência (definido por $[K]$).

Essas análises terão repercussões na forma de interpretar os resultados dos modelos econométricos. Notadamente, o fato de que o modelo simétrico ARDL não é apenas um caso particular, mas pode ser visto como o *benchmark* de política tributária teoricamente ótima, onde o governo age de forma consistente e sem assimetria.

Por outro lado, o modelo assimétrico NARDL, representa uma política fiscal subótima. Ele revela que o governo, na prática, escolheu uma regra de política assimetria sistemática $[\rho_{\tau}^{+} \neq \rho_{\tau}^{-}]$, mesmo que isso não fosse necessário para controlar o gradualismo da carga tributária. As razões para essa escolha não são a otimização do gradualismo da carga tributária, mas sim outros fatores exógenos ao modelo, como pressões políticas, ou rigidezes institucionais.

Portanto, a comparação empírica se torna um teste de quão longe o comportamento real e assimetricamente persistente do governo se distancia do comportamento simétrico e ótimo.

3.2.3 Gradualismo da Carga Tributária: Velocidade de Ajuste e ECM

Ao analisar a velocidade dos ajustes, o que se pretende é colocar uma lente sobre os desequilíbrios transitórios, de curto prazo, da tendência. Ocorre que nessa dimensão os componentes fiscais arrecadação e despesa $[\tau_t]$ e $[g_t]$ precisam ter comportamentos distintos para positivar a HST. Espera-se que $[\tau_t]$ seja o mais gradual possível diante de surtos de volatilidade positiva de $[g_t]$.

Isso pode ser demonstrado ao se decompor as despesas do governo em: despesas permanentes $[g_{p,t}]$ e transitórias $[g_{z,t}]$. As despesas permanentes formam tendência linear que representa o nível de gastos estrutural e de longo prazo do governo:

$$g_{p,t} = c_g + \delta_g t \quad (3.37)$$

Por outro lado, as despesas transitórias são flutuações de curto prazo em torno da tendência, representando gastos temporários (como guerras, crises ou projetos cíclicos) esses componentes devem desaparecer no longo prazo:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} g_{z,t} = 0 \quad (3.38)$$

Em um ambiente determinístico, pode-se decompor a trajetória dos gastos do governo $[g_t]$ em dois componentes:

$$g_t = g_{p,t} + g_{z,t} \quad (3.39)$$

Nos termos da HST, a arrecadação deve ser definida para cobrir os gastos permanentes $[g_{p,t}]$, enquanto os gastos transitórios devem ser absorvidos por déficits e superávits, com rebatimento

no endividamento. Se for esse o comportamento do governo a trajetória da arrecadação será ótima ou de suavização pura $[\tau_t^*]$. Ou seja, uma trajetória acompanha perfeitamente a tendência da despesa permanente. Em suma, $[\tau_t^*]$ compartilha a mesma tendência de longo prazo $[\delta_g]$.

$$\tau_t^* = c_\tau + \delta_{gt} \quad (3.40)$$

Observe que relação entre (3.37) e (3.40) é a manifestação determinística da co-tendência, análoga à cointegração que foi apresentada anteriormente. Na prática, a arrecadação real (τ_t) pode desviar-se temporariamente da trajetória ótima. Definimos esse desvio como u_t .

$$\tau_t = \tau_t^* + u_t = (c_\tau + \delta_{gt}) + u_t \quad (3.41)$$

Assim, o ECM descreve como a variação de uma variável ($\Delta\tau_t$) responde a um desvio do equilíbrio no período anterior. Portanto, nesse modelo, a trajetória de equilíbrio de longo prazo para a arrecadação é $[\tau_t^* = c_\tau + \delta_{gt}]$. O desvio (o "erro") dessa trajetória é o termo $[u_t = \tau_t - \tau_t^*]$. Portanto, o erro do período anterior é:

$$\text{Erro}_{t-1} = u_{t-1} = \tau_{t-1} - \tau_{t-1}^* \quad (3.42)$$

Desta forma, o mecanismo de correção do erro, a regra de ajuste u_t , que foi definida para ser modelada como assimétrica. Ou seja, a variação da carga tributária τ_t :

$$\Delta\tau_t = \tau_t - \tau_{t-1} \quad (3.43)$$

$$= (\tau_t^* + u_t) - (\tau_{t-1}^* + u_{t-1}) \quad (3.44)$$

$$= (\tau_t^* - \tau_{t-1}^*) + (u_t - u_{t-1}) \quad (3.45)$$

O primeiro termo é a mudança na própria tendência: $(\tau_t^* - \tau_{t-1}^*) = (c_\tau + \delta_{gt}) - (c_\tau + \delta_g(t-1)) = \delta_g$. O segundo termo, $(u_t - u_{t-1})$, é a correção do erro. Da regra de ajuste por limiar (threshold) assimétrico, sabe-se que u_t é uma função de u_{t-1} . Portanto:

$$u_t - u_{t-1} = \begin{cases} \rho^+ u_{t-1} - u_{t-1} = (\rho^+ - 1)u_{t-1} & \text{se } u_{t-1} > 0 \\ \rho^- u_{t-1} - u_{t-1} = (\rho^- - 1)u_{t-1} & \text{se } u_{t-1} \leq 0 \end{cases}$$

Substituindo tudo de volta na equação de $\Delta\tau_t$, encontramos o ECM explícito da arrecadação. Então, o erro de equilíbrio é o desvio da arrecadação de sua tendência $[u_{\tau,t-1}]$. A variação da arrecadação $[\Delta\tau_t]$ é a soma da mudança na tendência $[\delta]$ mais a correção do erro. Se a regra de correção for governada pelos parâmetros assimétricos como em (3.27):

$$\Delta\tau_t = \delta + \begin{cases} \underbrace{(\rho_\tau^+ - 1)}_{\alpha_\tau^+} \cdot \underbrace{u_{\tau,t-1}}_{\text{Erro}_{t-1}} & \text{se } u_{\tau,t-1} > 0 \\ \underbrace{(\rho_\tau^- - 1)}_{\alpha_\tau^-} \cdot \underbrace{u_{\tau,t-1}}_{\text{Erro}_{t-1}} & \text{se } u_{\tau,t-1} \leq 0 \end{cases} \quad (3.46)$$

Os termos $[\alpha_{\tau}^+]$ e $[\alpha_{\tau}^-]$ são os coeficientes ECMs determinísticos assimétricos, análogos aos estimados em um modelo NARDL Shin, Yu e Greenwood-Nimmo (2014). Esta é a equação do ECM para a arrecadação. Os coeficientes $\alpha_{\tau}^+ = (\rho^+ - 1)$ e $\alpha_{\tau}^- = (\rho^- - 1)$ são os coeficientes de correção de erros assimétricos. Como $0 < \rho^+, \rho^- < 1$, ambos os coeficientes ECM são negativos, como esperado.

Seguindo a mesma lógica para a despesa, o erro de equilíbrio é o desvio $[u_{g,t-1}]$. A variação da despesa $[\Delta g_t]$ é a soma da mesma mudança na tendência $[\delta]$ mais a sua própria regra de correção de erro, que assume-se também ser assimétrica.

$$\Delta g_t = g_t - g_{t-1} \quad (3.47)$$

$$= ((c_g + \delta t) + u_{g,t}) - ((c_g + \delta(t-1)) + u_{g,t-1}) \quad (3.48)$$

$$= \delta + (u_{g,t} - u_{g,t-1}) \quad (3.49)$$

Substituindo a regra de ajuste assimétrico de (3.29) obtém-se:

$$\Delta g_t = \delta + \begin{cases} \underbrace{(\rho_g^+ - 1)}_{\alpha_g^+} \cdot \underbrace{u_{g,t-1}}_{\text{Erro}_{t-1}} & \text{se } u_{g,t-1} > 0 \\ \underbrace{(\rho_g^- - 1)}_{\alpha_g^-} \cdot \underbrace{u_{g,t-1}}_{\text{Erro}_{t-1}} & \text{se } u_{g,t-1} \leq 0 \end{cases} \quad (3.50)$$

Os termos $[\alpha_g^+]$ e $[\alpha_g^-]$ são os coeficientes ECM determinísticos assimétricos para a despesa.

Este par de equações, (3.46) e (3.50), representa um modelo determinístico genérico. Ele postula que tanto a arrecadação quanto a despesa podem ter mecanismos de ajuste assimétricos próprios.

4 METODOLOGIA

4.1 Uma análise dual e não linear para a análise da HST

A abordagem padrão para testar a HST modela a relação entre as variáveis fiscais em uma única equação. Como demonstrado na passagem da Equação A.9 para a Equação A.10, as perpetuidades de dívidas e de arrecadações são equivalentes ao gasto total. Assim, os modelos tradicionais utilizam apenas o gasto total. No entanto, para controlar, isolar e comparar os mecanismos de ajuste associados a cada instrumento fiscal (a arrecadação $[\tau_t]$ e a despesa $[g_t]$), propõe-se o pareamento de duas equações.

A identidade contábil fundamental do resultado nominal é $[rn_t = \tau_t - g_t]$ (3.8a). Para controlar os mecanismos de ajuste associados a cada instrumento fiscal $[\tau_t]$ e $[g_t]$, ao contrário de modelar uma única equação com múltiplas variáveis, adota-se uma abordagem de perspectivas duais. Essa abordagem é motivada por duas inequações contábeis sempre válidas (assumindo gastos e arrecadação positivos):

$$rn_t < \tau_t \implies \tau_t - rn_t = g_t \quad (4.1)$$

$$rn_t > -g_t \implies rn_t + g_t = \tau_t \quad (4.2)$$

A equação (4.1) enquadra a análise sob a perspectiva da arrecadação: a diferença entre a arrecadação e o resultado nominal define a carga de gastos que precisa ser acomodada. A equação (4.2) enquadra a análise sob a perspectiva da despesa: a soma da despesa com o resultado fiscal define a restrição de arrecadação que precisa ser respeitada. Para uma modelagem genérica, parte-se do caso mais complexo e realista. Assume-se que tanto a arrecadação quanto a despesa podem ter comportamentos de ajuste assimétricos. Decompõe-se cada série em uma trajetória de equilíbrio de longo prazo (tendência, denotada por $*$) e um desvio transitório $[u]$:

$$\tau_t = \tau_t^* + u_{\tau,t} \quad (4.3)$$

$$g_t = g_t^* + u_{g,t} \quad (4.4)$$

A premissa da sustentabilidade (co-tendência) é que $[\tau_t^*]$ e a despesa $[g_t^*]$ compartilham a mesma tendência de longo prazo. A não linearidade (Inclinação Tributária) é introduzida na dinâmica dos desvios. Assume-se que tanto $[u_{\tau,t}]$ quanto $[u_{g,t}]$ seguem uma regra de ajuste por limiar (threshold) que distingue entre desvios positivos e negativos:

$$u_{j,t} = \begin{cases} \rho_j^+ \cdot u_{j,t-1} & \text{se } u_{j,t-1} > 0 \quad (\text{acima do equilíbrio}) \\ \rho_j^- \cdot u_{j,t-1} & \text{se } u_{j,t-1} \leq 0 \quad (\text{abaixo do equilíbrio}) \end{cases} \quad \text{para } j = \tau, g \quad (4.5)$$

Onde a assimetria ocorre se $[\rho_j^+ \neq \rho_j^-]$.

Com base nas premissas acima, é possível especificar duas equações pareadas que demonstram um Mecanismo de Correção de Erros (ECM) visto de uma das duas perspectivas $[\tau_t]$ e $[g_t]$. Dessa perspectiva, modela-se a variação do resultado nominal $[\Delta rn_t]$ como uma função do desequilíbrio associado à arrecadação. O erro a ser corrigido é o desvio da arrecadação de sua trajetória ótima, $[u_{\tau,t-1}]$:

$$\Delta rn_t = \begin{cases} \alpha_{\tau}^+(u_{\tau,t-1}) + \text{dinâmica de curto prazo}(\Delta \tau_t^+, \dots) & \text{se } u_{\tau,t-1} > 0 \\ \alpha_{\tau}^-(u_{\tau,t-1}) + \text{dinâmica de curto prazo}(\Delta \tau_t^-, \dots) & \text{se } u_{\tau,t-1} \leq 0 \end{cases} \quad (4.6)$$

Os coeficientes $[\alpha_{\tau}^+]$ e $[\alpha_{\tau}^-]$ são os ECMs determinísticos assimétricos para a arrecadação. Para agrupar os dois casos possíveis em uma equação decompõe-se o termo de erro u_{t-1} em seus componentes positivo e negativo. Para um termo de erro genérico u_{t-1} , define-se sua decomposição da seguinte forma Shin, Yu e Greenwood-Nimmo (2014):

$$u_{t-1}^+ = \max(u_{t-1}, 0) \quad (4.7)$$

$$u_{t-1}^- = \min(u_{t-1}, 0) \quad (4.8)$$

Onde $[u_{t-1}^+]$ assume o valor do erro se ele for positivo e zero caso contrário, e $[u_{t-1}^-]$ assume o valor do erro se ele for negativo e zero caso contrário. Note que, por definição, $[u_{t-1} = u_{t-1}^+ + u_{t-1}^-]$.

Assim, reescreve-se (4.6) como:

$$\Delta rn_t = \alpha_{\tau}^+ u_{\tau,t-1}^+ + \alpha_{\tau}^- u_{\tau,t-1}^- + \sum_{i=0}^{q-1} \pi_i^+ \Delta \tau_{t-i}^+ + \sum_{i=0}^{q-1} \pi_i^- \Delta \tau_{t-i}^- + \dots \quad (4.9)$$

Da perspectiva da despesa modela-se a variação do resultado nominal $[\Delta rn_t]$ como uma função do desequilíbrio associado à despesa. O erro a ser corrigido é o desvio da despesa de sua trajetória ótima, $[u_{g,t-1}]$. Na forma funcional assimétrica:

$$\Delta rn_t = \begin{cases} \alpha_g^+(u_{g,t-1}) + \text{dinâmica de curto prazo}(\Delta g_t^+, \dots) & \text{se } u_{g,t-1} > 0 \\ \alpha_g^-(u_{g,t-1}) + \text{dinâmica de curto prazo}(\Delta g_t^-, \dots) & \text{se } u_{g,t-1} \leq 0 \end{cases} \quad (4.10)$$

Os coeficientes $[\alpha_g^+]$ e $[\alpha_g^-]$ são os ECMs determinísticos assimétricos para a despesa. Ao se decompor (4.10), obtém-se:

$$\Delta rn_t = \alpha_g^+ u_{g,t-1}^+ + \alpha_g^- u_{g,t-1}^- + \sum_{i=0}^{q-1} \psi_i^+ \Delta g_{t-i}^+ + \sum_{i=0}^{q-1} \psi_i^- \Delta g_{t-i}^- + \dots \quad (4.11)$$

Assim, o modelo determinístico que vai fundamentar tanto a especificação econométrica e por consequência as estimações é esse:

$$\begin{cases} \text{Eq. 1 (Arrecadação):} & \Delta rn_t = \alpha_{\tau}^+ u_{\tau,t-1}^+ + \alpha_{\tau}^- u_{\tau,t-1}^- + \text{dinâmica de curto prazo de } \tau^{\pm} \\ \text{Eq. 2 (Despesa):} & \Delta rn_t = \alpha_g^+ u_{g,t-1}^+ + \alpha_g^- u_{g,t-1}^- + \text{dinâmica de curto prazo de } g^{\pm} \end{cases} \quad (4.12)$$

Estas duas equações pareadas (4.12) representam a hipótese mais geral. Nesse sentido, a metodologia econométrica (ARDL/NARDL) será um processo de testar essa estrutura geral. A tendência linear determinística (δt) nesse modelo corresponde à tendência econométrica (Raiz Unitária, $I(1)$) dos modelos estocásticos. A Co-tendência Determinística, o cancelamento da tendência em (3.25), corresponde à Cointegração Estocástica nos Testes de Limites. O Ajuste por Limiar Determinístico ($\rho^+ \neq \rho^-$) da equação (4.5) é o análogo teórico direto dos Testes de Simetria do NARDL. A velocidade dos ajustes é o ECM do ARDL/NARDL.

Portanto, ao estimar um modelo NARDL na prática, testa-se uma versão econométrica e mais geral deste modelo determinístico, procurando por evidências de sustentabilidade (cointegração), suavização (velocidade do ECM) e ausência de inclinação (simetria).

4.2 Suavização e inclinação tributárias: ARDL/NARDL

Observe que o primeiro pré-requisito da abordagem VAR–Campbell–Shiller é que os tributos $[\tau_t]$ e os gastos do governo $[g_t]$ tenham uma raiz unitária $I(1)$ em nível e que as primeiras diferenças dessas variáveis sejam estacionárias $I(0)$ simultaneamente. Essa restrição limita a robustez do teste da HST, pois, no longo prazo, é razoável encontrar algum nível de relação entre $[\tau_t]$ e $[g_t]$. Em um recorte de curto prazo, as variáveis podem não estar cointegradas pelo fato de $[g_t]$ ter raiz unitária no recorte e $[\tau_t]$ ser estacionária, exatamente porque uma estratégia de suavização tributária pode estar se iniciando ou se encerrando no período.

Nesse sentido, para avançar sobre essas restrições subjacentes à abordagem VAR, Pesaran, Shin e Smith (2001) apresentaram as "abordagens de teste de limites para análise das relações entre níveis". Nessa abordagem, a existência de uma relação entre variáveis em níveis é aplicável independentemente de as séries serem puramente estacionárias $I(0)$, puramente com raiz unitária $I(1)$ ou mutuamente cointegradas.

Nos termos de Pesaran, Shin e Smith (2001), a estatística subjacente do procedimento é do tipo Wald (ou F) em uma regressão generalizada do tipo Dickey–Fuller, usada para testar a significância dos níveis defasados das variáveis em consideração em um modelo de correção de equilíbrio (ECM) condicional irrestrito. Adota-se a hipótese nula de que não existe uma relação em níveis entre as variáveis incluídas, independentemente de as variáveis serem puramente $I(0)$, puramente $I(1)$ ou mutuamente cointegradas.

Assim, dois conjuntos de valores críticos assintóticos são fornecidos para os dois extremos, que assumem que todos os regressores são, por um lado, puramente $I(1)$ e, por outro, puramente $I(0)$. Esses dois conjuntos fornecem limites de valores críticos para todas as classificações dos regressores em puramente $I(1)$, puramente $I(0)$ ou mutuamente cointegrados.

Dessa forma, executa-se um procedimento de teste de limites. Se a estatística de Wald ou F calculada estiver fora dos limites de valores críticos, uma inferência conclusiva pode ser feita sem a necessidade de conhecer o status de integração/cointegração dos regressores do

modelo. Por outro lado, se a estatística de Wald ou F estiver dentro desses limites, a inferência é inconclusiva, e o conhecimento da ordem de integração das variáveis do modelo será necessário antes que inferências conclusivas possam ser feitas. Essa abordagem ficou conhecida como ARDL, sigla em inglês para *Autoregressive Distributed Lag*.

Entretanto, a abordagem ARDL impõe uma relação linear entre as variáveis, o que nem sempre se observa na economia, notadamente no curto prazo. Em função disso, foi desenvolvida a abordagem *Nonlinear Autoregressive Distributed Lag* (NARDL). No desenvolvimento do NARDL, Shin, Yu e Greenwood-Nimmo (2014) demonstram como se deriva a representação de correção de erro dinâmica associada à regressão de cointegração assimétrica de longo prazo, resultando no modelo autorregressivo de defasagem distribuída não linear. Seguindo o procedimento do ARDL, no NARDL também se executa o teste de limites para a existência de uma relação estável de longo prazo, válida independentemente de as variáveis do modelo serem $I(0)$, $I(1)$ ou mutuamente cointegradas.

Além disso, destaca-se a derivação dos multiplicadores dinâmicos cumulativos assimétricos que permitem traçar os padrões de ajuste assimétrico após choques positivos e negativos nas variáveis explicativas. Essa inovação do NARDL permite entender como se dá o ajuste nas reversões de valores das variáveis. Mais especificamente, no caso de uma estratégia deliberada de suavização tributária, a abordagem NARDL permite estimar se o ajuste no resultado orçamentário é mais rápido quando se espera que o padrão dos gastos vai aumentar (melhora do resultado) ou quando se espera que o padrão dos gastos vai diminuir (piora do resultado). Observe que, para além da superação de limitações metodológicas do VAR, as abordagens ARDL e NARDL permitem ganhos qualitativos nas análises. Portanto, para aplicar a abordagem NARDL ao modelo de suavização tributária, estima-se o seguinte sistema:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Eq. 1 (Arrec): } \Delta r n_t = \underbrace{\alpha_{0,\tau}}_{\text{Intercepto}} + \underbrace{\rho_{\tau} r n_{t-1} + \theta_{\tau}^{+} \tau_{t-1}^{+} + \theta_{\tau}^{-} \tau_{t-1}^{-}}_{\text{Relação de Longo Prazo (ECM Implícito)}} \\ \quad + \sum_{i=1}^{p-1} \gamma_{1,i} \Delta r n_{t-i} + \sum_{j=0}^{q-1} (\pi_j^{+} \Delta \tau_{t-j}^{+} + \pi_j^{-} \Delta \tau_{t-j}^{-}) + \varepsilon_{1,t} \\ \\ \text{Eq. 2 (Desp): } \Delta r n_t = \underbrace{\alpha_{0,g}}_{\text{Intercepto}} + \underbrace{\rho_g r n_{t-1} + \theta_g^{+} g_{t-1}^{+} + \theta_g^{-} g_{t-1}^{-}}_{\text{Relação de Longo Prazo (ECM Implícito)}} \\ \quad + \sum_{i=1}^{p-1} \gamma_{2,i} \Delta r n_{t-i} + \sum_{j=0}^{q-1} (\phi_j^{+} \Delta g_{t-j}^{+} + \phi_j^{-} \Delta g_{t-j}^{-}) + \varepsilon_{2,t} \end{array} \right. \quad (4.13)$$

Onde, $[\Delta r n_t]$ é a variação do resultado nominal do governo. $[g_t^{+}]$ e $[g_t^{-}]$ São as decomposições positivas e negativas dos gastos do governo, $[\tau^{+}]$ e $[\tau^{-}]$ São as decomposições positivas e negativas da arrecadação do governo. α_0 : Constantes das equações. $\rho, \theta^{+}, \theta^{-}$: Coeficientes das variáveis em nível. A partir deles, calcula-se o coeficiente do termo de correção de erros

(ECM = ρ) e os coeficientes de longo prazo ($L^+ = -\theta^+/\rho$). γ, π, ϕ : coeficientes da dinâmica de curto prazo (variáveis em primeira diferença). ε_t : Termo de erro estocástico (ruído branco), assumido $\sim N(0, \sigma^2)$.

A aplicação da metodologia ARDL/NARDL propõe um procedimento em múltiplos passos para testar a Hipótese de Suavização Tributária (HST) e a Inclinação Tributária. A abordagem utiliza equações pareadas para isolar as dinâmicas fiscais da arrecadação e da despesa. Um passo crucial é a seleção endógena entre um modelo simétrico (ARDL) ou assimétrico (NARDL) para cada equação, baseada em testes de especificação formais, tornando a metodologia aplicável a qualquer país, independentemente do conhecimento a priori sobre a função de reação fiscal do país.

4.3 Procedimentos da Metodologia

4.3.1 Preparação e Testes Preliminares

Definição das Variáveis. Definir as séries de tempo para o Resultado Nominal (rn_t), Arrecadação (τ_t) e Despesas (g_t), como proporção do PIB e ajustadas para sazonalidade (somas móveis de 4 trimestres).

Testes de Raiz Unitária. Aplicar testes como ADF, PP e KPSS para determinar a ordem de integração de todas as séries. O objetivo é confirmar que as variáveis são I(0) ou I(1) e, crucialmente, garantir que nenhuma é I(2) validando a adequação da abordagem ARDL.

Testes de Causalidade. Aplicar o teste de causalidade de Toda-Yamamoto para examinar a precedência temporal entre as variáveis, informando a interpretação das relações.

4.3.2 Análise da Relação Resultado-Arrecadação

Estimação do Modelo NARDL Geral. O primeiro passo é estimar o modelo mais geral, que é o NARDL, sem impor simetria. A especificação do modelo de correção de erros é:

$$\Delta rn_t = \alpha_\tau + \rho_\tau rn_{t-1} + \theta_\tau^+ \tau_{t-1}^+ + \theta_\tau^- \tau_{t-1}^- + \sum \dots (\text{dinâmica de curto prazo}) \dots + \varepsilon_{\tau,t} \quad (4.14)$$

Onde τ^+ e τ^- são as somas parciais dos choques positivos e negativos na arrecadação.

Teste de Especificação de Simetria. Realiza-se o Teste de Wald para as hipóteses nulas de simetria de longo e curto prazo sobre os coeficientes da arrecadação.

- $H_{0,LP} : \theta_\tau^+ = \theta_\tau^-$ (Simetria de Longo Prazo)
- $H_{0,CP} : \sum \pi_{\tau,i}^+ = \sum \pi_{\tau,i}^-$ (Simetria de Curto Prazo)

Regra de Decisão e Seleção do Modelo Final

- Se a hipótese nula de simetria (de longo ou curto prazo) for rejeitada a um nível de significância apropriado ($p < 0.05$), o modelo NARDL é mantido como a especificação final para a arrecadação.
- Se a hipótese nula de simetria não for rejeitada, o modelo NARDL é simplificado para o modelo ARDL padrão. Esta escolha se justifica pelo princípio da parcimônia.

4.3.3 Análise da Relação Resultado-Despesa

Estimação do Modelo NARDL Geral. O primeiro passo é estimar o modelo mais geral, que é o NARDL, sem impor simetria. A especificação do modelo de correção de erros é:

$$\Delta rn_t = \alpha_g + \rho_g rn_{t-1} + \theta_g^+ g_{t-1}^+ + \theta_g^- g_{t-1}^- + \sum \dots (\text{dinâmica de curto prazo}) \dots + \varepsilon_{g,t} \quad (4.15)$$

Onde g^+ e g^- são as somas parciais dos choques positivos e negativos nas despesas.

Teste de Especificação de Simetria: Sobre o modelo NARDL estimado, realiza-se o Teste de Wald para as hipóteses nulas de simetria de longo e curto prazo.

- $H_{0,LP} : \theta_g^+ = \theta_g^-$ (Simetria de Longo Prazo)
- $H_{0,CP} : \sum \pi_{g,i}^+ = \sum \pi_{g,i}^-$ (Simetria de Curto Prazo)

Regra de Decisão e Seleção do Modelo Final: A mesma regra de decisão é aplicada:

- Se a simetria for rejeitada, o modelo final para as despesas é o NARDL.
- Se a simetria não for rejeitada, o modelo final para as despesas é o ARDL.

4.3.4 Estimação dos Modelos Finais e Inferência da HST e da Inclinação Tributária

Validação dos Modelos Finais. Após a seleção, os dois modelos finais são estimados e validados com uma bateria completa de testes de diagnóstico (Teste LM para autocorrelação, CUSUM/CUSUMQ para estabilidade) e o Teste de Limites (Bounds Test) para confirmar a cointegração.

Inferência sobre a HST e Inclinação Tributária: Com os modelos finais validados, a inferência é realizada:

- *Sustentabilidade Fiscal:* É confirmada pela significância do Teste de Limites e por coeficientes de longo prazo que indicam uma âncora fiscal.
- *Suavização Tributária:* É inferida pela magnitude dos coeficientes do ECM (velocidade de ajuste). Valores pequenos (em valor absoluto) indicam um ajuste gradual e suave.

- *Inclinação Tributária:* É inferida diretamente dos resultados dos Testes de Wald para simetria. A rejeição da simetria, especialmente a de longo prazo, é a evidência da assimetria sistemática que caracteriza a inclinação tributária.

Note que, com a imposição da decomposição positiva e negativa, de curto e longo prazos, os modelos estarão instrumentalizados para medir como se darão os ajustes entre $[\tau_t]$ e $[g_t]$, de modo a garantir sustentabilidade fiscal e gradualismo nessas dimensões analíticas. Nesse sentido, no processo de inferência da HST no âmbito da abordagem ARDL/NARDL, é possível qualificar melhor como se dá a HST. Será possível inferir se as variações positivas e negativas na expectativa de gastos do governo $[E(g_{t+j})]$ impactam de forma diferente o resultado nominal contemporâneo $[rn_t]$. Além disso, será possível inferir como $[E(g_{t+j})]$ impacta $[rn_t]$ no longo e no curto prazo.

Dada a característica flexível da abordagem ARDL/NARDL quanto à ordem de integração das variáveis, é necessário um teste de causalidade que seja igualmente robusto. Para tanto, aplica-se o teste de causalidade de Granger seguindo o procedimento de Toda e Yamamoto (1995). Este método estima um modelo VAR aumentado em níveis, permitindo testar a precedência temporal e a direção das relações entre resultado nominal, arrecadação e despesas, independentemente de as séries serem $I(0)$ ou $I(1)$. Isso é fundamental para validar a estrutura de equações proposta (quem é a variável dependente e quem é a explicativa) antes da análise de cointegração.

5 DADOS E ESTATÍSTICA DESCRITIVA

Em tese, seria possível testar a HST para qualquer ente com competência para tributar nas diferentes esferas da República. Entretanto, o único ente que pode emitir títulos soberanos no Brasil é a União. Assim, entende-se que uma estratégia de otimização tributária intertemporal, ao estilo do Modelo de Suavização Tributária, seria executada com mais potência e probabilidade pelo Governo Federal. Portanto, optou-se por testar a HST a partir dos dados do Governo Central, conforme recomendado pela literatura, por exemplo, Angyridis e Michelis (2019).

Para o período iniciado no primeiro trimestre de 1997 e terminado no quarto trimestre de 2024, este trabalho fará estimações econométricas considerando as seguintes variáveis:

Tabela 1 – Variáveis e Dados Empíricos

Variável	Descrição	Fonte
rn	Resultado Nominal (% PIB) do Governo Federal a preços de dezembro de 2024, acumulado em 12 meses.	STN
g	Gastos Primários e Nominais (% PIB) do Governo Federal a preços de dezembro de 2024, acumulados em 12 meses.	STN
τ	Receita Total (% PIB) do Governo Federal a preços de dezembro de 2024, acumulada em 12 meses.	STN

Fontes: STN - Secretaria do Tesouro Nacional.

Dado este conjunto de variáveis, vale a pena fazer algumas considerações sobre algumas delas, principalmente as variáveis fiscais. Seguindo a nomenclatura da STN - Secretaria do Tesouro Nacional, as estatísticas do Resultado Fiscal são apresentadas da seguinte forma: i) 10.01 – Receitas; ii) 10.02 – Transferências; iii) 10.03 – Despesas; iv) 10.04 - Resultado Primário do Governo Central; v) 10.05 - Ajustes Metodológicos; vi) 10.06 - Discrepância Estatística; vii) 10.07 - Resultado Primário do Governo Central (+ Ajustes); viii) 10.08 - Juros Nominais; ix) 10.09 - Resultado Nominal do Governo Central; x) 10.99 - Itens de Memorando. Estes itens permitem identificar claramente a variável referente ao Resultado Nominal [rn], uma das variáveis fiscais que foram demonstradas na revisão teórica.

Também, a partir da modelagem teórica que dá embasamento ao teste da HST, serão utilizados os seguintes itens componentes da receita, segundo a definição da Secretaria do Tesouro Nacional: i) 10.01 – Receitas; ii) 10.03 – Despesas; iii) 10.09 – Resultado Nominal do Governo Central. A Tabela 2 traz o detalhamento das rubricas referentes às receitas, que na revisão teórica foram denominadas [τ]. Optou-se por incluir fontes de renda para o governo federal, como 10.01.1.4.2 – Dividendos e Participações, ou mesmo desonerações de receitas, como 10.01.1.2 – Incentivos Fiscais, pelo fato de que o formulador da política fiscal considera os impactos dessas rubricas no resultado do governo.

Já a composição das Despesas [g], que será usada nas estimações da HST, tem a seguinte

Tabela 2 – Receita do Governo Central

Descrição da Receita
10.01.1 - Receita Total
10.01.1.1 - Receita Administrada pela Receita Federal do Brasil
10.01.1.1.01 - Imposto de Importação
10.01.1.1.02 - IPI
10.01.1.1.03 - Imposto de Renda
10.01.1.1.04 - IOF
10.01.1.1.05 - Cofins
10.01.1.1.06 - PIS/Pasep
10.01.1.1.07 - CSLL
10.01.1.1.08 - CPMF
10.01.1.1.09 - Receita da CIDE Combustíveis
10.01.1.1.10 - Outras Administradas pela RFB
10.01.1.2 - Incentivos Fiscais
10.01.1.3 - Arrecadação Líquida para o RGPS
10.01.1.4 - Receitas Não Administradas pela Receita Federal do Brasil
10.01.1.4.1 - Concessões e Permissões
10.01.1.4.2 - Dividendos e Participações
10.01.1.4.3 - Contr. Plano de Seguridade Social do Servidor
10.01.1.4.4 - Receitas de Exploração de Recursos Naturais
10.01.1.4.5 - Receitas Próprias (fontes 50, 81 e 82)
10.01.1.4.6 - Receita de Contribuição do Salário Educação
10.01.1.4.7 - Complemento para o FGTS (LC nº 110/01)
10.01.1.4.8 - Demais Receitas Não Administradas pela RFB
10.01.2 - Receita Líquida (Receita Total - Transf. por Repartição de Receitas)

Fonte: STN - Secretaria do Tesouro Nacional.

descrição, conforme Tabela 3:

Tabela 3 – Despesas do Governo Central

Descrição da Despesa
10.03.1 - Despesa total
10.03.1.1 - Benefícios Previdenciários - Total
10.03.1.2 - Pessoal e Encargos Sociais
10.03.1.3 - Outras Despesas Obrigatórias - Total
10.03.1.4 - Despesas do Poder Executivo Sujeitas à Programação Financeira
10.03.1.4.1 - Obrigatórias com Controle de Fluxo
10.03.1.4.2 - Despesas Discricionárias do Poder Executivo

Fonte: STN - Secretaria do Tesouro Nacional.

Nesse ponto, é importante que se fique claro que as rubricas da Tabela 3 formam as despesas primárias do governo central [g^{pri}]. Entretanto, nos termos formulados por Ghosh (1995) conforme demonstrado na passagem da equação (3.7a) para equação (3.8a). Em função

disso, será somado às despesas primárias a conta 10.08 - Juros Nominais quando esta causar um aumento do passivo do governo central.

É razoável supor que as decisões do formulador de política fiscal considerem a capacidade da economia como um todo de gerar riqueza. Já que as variações nessa riqueza vão ditar a capacidade do governo de drenar recursos do setor privado para financiar as políticas públicas. Tanto é assim que Ghosh (1995) em seu modelo considera a Receita Total $[\tau]$; Despesas $[g]$ e Resultado Nominal $[rn]$ como uma razão do Produto Interno Bruto $[y]$. Portanto, os modelos dessa pesquisa utilizarão a série de Produto Interno Bruto (PIB) a preços de mercado do Sistema de Contas Nacionais Trimestrais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

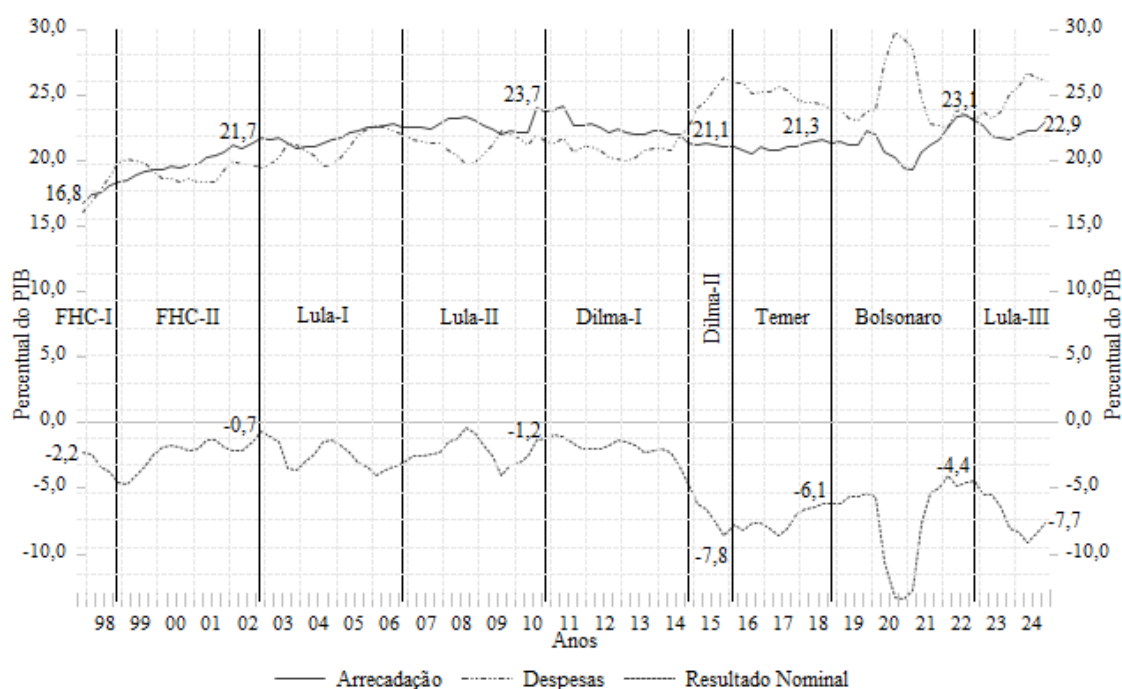
Como a mensuração do PIB no Brasil tem uma frequência mínima trimestral e os dados das estatísticas fiscais são mensais, esses dados serão agregados em trimestres para compatibilizar com a periodicidade do PIB. Por fim, outra importante transformação será o deflacionamento de todos os valores nominais a preços constantes de dezembro de 2024. Após esse procedimento, os dados foram anualizados, pois o formulador de política fiscal analisa o desempenho fiscal buscando minimizar os impactos sazonais das séries.

A Figura 1 traz o comportamento das séries da Arrecadação, das Despesas e do Resultado Nominal, e auxilia no entendimento da complexidade do tema desta pesquisa, que é inferir se há algum grau de racionalidade na política fiscal brasileira, especificamente na política tributária. As séries foram plotadas junto aos ciclos políticos eleitorais (linhas verticais) justamente para destacar que as diferentes matizes de orientação ideológica que governaram o país ao longo do período analisado. Certamente, presume-se que as autoridades fiscais seguiram orientações dos seus governantes eleitos, mas fizeram isso dentro dos limites da discricionariedade que o Direito Financeiro e Tributário impõe à condução das políticas econômicas, o que, de alguma forma, garante uma gestão da política fiscal com algum grau de racionalidade. A mensuração desse grau de racionalidade é o que se pretende fazer com a execução do Teste da Hipótese de Suavização Tributária.

Ao compararmos a linha tracejada (despesas) com a linha sólida (arrecadação) na Figura 1, fica claro que a trajetória das despesas tem picos e vales muito mais pronunciados, especialmente a partir de 2015, e com o choque agudo em 2020 (pandemia). A arrecadação, por outro lado, segue uma trajetória visivelmente mais suave na maior parte do período. Essa volatilidade maior das despesas pode ser uma primeira evidência, a partir da Figura 1, de que os formuladores de políticas fiscais podem estar se comportando como suavizadores de tributos, como ensina a teoria. Esse é o principal aspecto visual da HST. A teoria pressupõe que o governo usa a política tributária (arrecadação) para suavizar os choques que afetam a economia e, conseqüentemente, a necessidade de gastos. O fato de os dados brutos já demonstrarem esse padrão (despesa volátil vs. arrecadação suave) sinaliza a importância de testes inferenciais para confirmar uma possível suavização de tributos.

Apesar de suas diferentes volatilidades, as séries de Arrecadação e Despesas claramente

Figura 1 – Séries Arrecadação, Despesas e Resultado Nominal



Fonte: STN - Secretaria do Tesouro Nacional.

se movem juntas no longo prazo. Durante o longo período de 1998 a 2014, por exemplo, elas seguem uma trajetória paralela. Este padrão da Figura 1 estaria muito coerente com o método de estimação adotado neste trabalho, já que a metodologia ARDL/NARDL é construída sobre a premissa de que existe uma relação de equilíbrio de longo prazo entre as variáveis. E isso é uma condição necessária tanto para a validade dos modelos que serão estimados quanto para a sustentabilidade fiscal que está implícita na HST.

A Figura 1 também mostra evidências de certas assimetrias nas respostas nas dinâmicas das despesas e receitas. Isso gera repercussões no resultado nominal, com deterioração rápida e profunda em momentos de aumento de despesas, como a queda abrupta observada a partir de 2014. Por outro lado, as melhoras parecem mais graduais. O aumento de gastos observado durante a pandemia em 2020 é um exemplo de um choque negativo massivo que não foi acompanhado por uma reação simétrica na arrecadação. Essa assimetria corrobora com a escolha de modelos NARDL ou ARDL. A Figura 1 sugere que um modelo linear, que trata aumentos e quedas de forma igual, talvez seja incapaz de capturar a verdadeira dinâmica da política fiscal brasileira.

Já entre os desafios que os padrões das séries impõem à aplicação da metodologia proposta neste trabalho ao teste da HST é a presença de quebras estruturais. O período em torno de 2014-2015, referente aos problemas de contabilidade criativa, como analisado em Gomes e Fishlow (2021), é um ponto de inflexão considerável. O resultado nominal despenca para um novo patamar de déficits (-7,8%), as despesas iniciam uma trajetória de crescimento mais acentuada e a relação entre as variáveis parece mudar fundamentalmente.

A Figura 1 também mostra as linhas verticais que separam os ciclos eleitorais presidenciais do Brasil. Visualmente, é possível notar certas mudanças nas variáveis coincidindo com as trocas de governo como, por exemplo, a forte elevação da arrecadação nos governos Lula e a mudança de patamar das despesas pós-Dilma II. Isso pode reforçar o problema da quebra estrutural. Se a função de reação fiscal do governo muda a cada ciclo político, então os parâmetros dos modelos que serão estimados podem ficar inconstantes. Assim os modelos ARDL padrão podem não capturar essa variação e o teste da HST pode ser influenciado por essas mudanças de ciclo político que alteram as prioridades fiscais. Nesse sentido, os testes de estabilidade dos modelos serão importantes para reforçar a robustez dos modelos estimados.

O período pós-2014, com déficits nominais grandes e persistentes e crises econômicas, sugere um ambiente de dominância fiscal. A HST assume que o formulador de política fiscal tem autonomia para escolher uma trajetória ótima para os impostos. Em um regime de dominância fiscal, essa autonomia é perdida. As decisões de arrecadação e despesa podem se tornar reféns da necessidade de financiar a dívida e rolar os passivos, em vez de seguir um princípio de suavização intertemporal. Com isso, a verificação da Inclinação Tributária terá o objetivo de sugerir que há um regime de dominância fiscal, já que ele afasta a HST.

Após uma inspeção visual sobre o comportamento das séries de arrecadação, despesas e resultado nominal, é necessário aprofundar a análise da estatística descritiva dessas séries. A Tabela 4 reporta a média, a mediana, o mínimo, o máximo e o desvio padrão das séries. A média das despesas (22.054) é superior à da arrecadação (21.460), resultando em uma média negativa para o resultado nominal (-4.114). Portanto, no contexto fiscal entre 1997 e 2024, em média o governo operou com déficit nominal. Além disso, a Figura 1 demonstra que o resultado nominal foi negativo em todo o período, não existindo um trimestre sequer em que acumulasse um superávit nominal em 12 meses.

Tabela 4 – Estatísticas Descritivas

Estatísticas	Arrecadação	Despesas	Resultado Nominal
Média	21.460	22.054	-4.114
Mediana	21.610	21.495	-3.268
Máximo	24.177	29.848	-0.403
Mínimo	16.755	15.999	-13.419
D. Padrão	1.430	2.655	2.857

Fonte: STN - Secretaria do Tesouro Nacional.

Outra informação da Tabela 4 é a proximidade da mediana e da média para todas as variáveis analisadas, mas as pequenas diferenças já sugerem alguma assimetria. Assim, as maiores discrepâncias ocorrem com o Resultado Nominal, cuja média (-4.114) é mais negativa que a mediana (-3.268), indicando que alguns déficits muito grandes contribuíram para diminuir a média para baixo. Já para as despesas a média (22.054) é maior que a mediana (21.495),

indicando que surtos de despesas corroboram com o aumento da despesa média para o período. Por fim, chama atenção o fato de a média e mediana estarem próximos no caso da arrecadação.

Essas medidas de tendência central não provam nem refutam a HST, mas sugerem a existência do cenário no qual a suavização pode ocorrer. A HST explica como os déficits e superávits devem ser usados para absorver choques, e os dados mostram que o governo estava operando o tempo todo com déficit nominal, teve surtos de despesas, mas não houve grandes flutuações na arrecadação.

Os resultados do desvio padrão demonstram que a volatilidade das despesas (2.655) é quase o dobro da volatilidade da arrecadação (1.430). Assim, o intervalo entre o mínimo e o máximo confirma isso: as despesas variaram em uma faixa de quase 14 pontos percentuais (29.8 – 16.0), enquanto a arrecadação variou em uma faixa de cerca de 7.5 pontos (24.2 – 16.7). Naturalmente, o resultado nominal apresenta maior volatilidade ($dp = 2.857$), pois absorve os choques de ambos os lados do orçamento. Esse resultado é um primeiro sinal descritivo a favor da Hipótese de Suavização Tributária, cuja principal característica é uma política tributária mais estável e suave do que a política de gastos, que é mais volátil para reagir a choques (guerras, pandemias, recessões). Os dados mostram exatamente esse padrão. Nesse sentido, os modelos ARDL/NARDL testarão se essa relação é estatisticamente robusta e como se dá a dinâmica de ajuste entre essas variáveis.

Mesmo que a Figura 1 demonstre claramente que existem dois períodos com sustentabilidade fiscal distinta entre 1997 e 2024, o procedimento de pesquisa que consiste em estimar modelos em subperíodos: 1997-2013, período com maior sustentabilidade fiscal e amostra de 65 observações; 2014-2024 período com menor sustentabilidade fiscal e amostra 44 observações seria temerário. Já que, se a amostra fosse muito pequena ($N < 40$), estimar um ARDL(6,6) seria problemático. Assim, todas as estimações serão feitas para o período completo 1997 e 2024.

Essa constatação de uma mudança estrutural no regime fiscal a partir de 2014, aliada às restrições de graus de liberdade para subamostras reduzidas, impôs a necessidade de testes de sensibilidade adicionais mediante a inclusão de uma variável *dummy* fiscal.

Embora essa abordagem garanta a estabilidade dos parâmetros e melhore significativamente as métricas de ajuste do modelo, é imperativo notar que sua utilização na análise inferencial carrega o condão de ocultar os vieses fiscais inerentes à política brasileira no período.

Essa *dummy* fiscal revela-se altamente significativa; porém, sua inclusão faz com que o teste de Wald deixe de rejeitar a simetria de longo prazo. Portanto, a *inclusão da dummy* fiscal como variável estática, embora estatisticamente conveniente para a estabilização da variância, pode mascarar a natureza fundamentalmente assimétrica da gestão fiscal ao tratar um desvio sistemático de longo prazo (*Tax Tilting*) como uma mera mudança de patamar constante.

6 ANÁLISE DE RESULTADOS

6.1 Teste de Raiz Unitária

A Hipótese de Suavização Tributária (HST), em sua essência, é uma teoria sobre uma relação de equilíbrio de longo prazo entre arrecadação e despesas. Nesse sentido, a sustentabilidade do sistema fiscal somente será observada se ambas as séries evoluírem juntas ao longo do tempo, ou seja, se forem cointegradas. Para isso, o primeiro passo é a análise dos testes de estacionariedade das variáveis para, posteriormente, analisar a HST, via estimação dos testes de cointegração e análise dos mecanismos de correção de erros.

Já para a investigação sobre a Inclinação Tributária, o teste de Raiz Unitária tem o condão de dar pistas inferenciais, pois governos que praticam a Inclinação Tributária, isto é, transferem sistematicamente a carga de impostos entre o presente e o futuro, terão um resultado fiscal não estacionário (GHOSH, 1995). Portanto, o teste de raiz unitária para a série de Resultado Nominal serve como um exame preliminar direto para a presença de Inclinação Tributária.

Na aplicação de Modelos Autorregressivos de Defasagens Distribuídas, deve-se dar especial atenção aos Testes de Raiz Unitária, pois essa modelagem perde potência se as variáveis forem integradas de ordem 2 (PESARAN; SHIN; SMITH, 2001). Isso acontece pois os valores críticos calculados por Pesaran, Shin e Smith (2001), para o Teste de Limites (Estatística-F) são derivados sob a premissa de que as variáveis são, no máximo, $I(1)$. Assim, se uma variável $I(2)$ estiver presente, esses valores críticos não são mais válidos, e o teste de cointegração não terá significância estatística. Em que pese essa restrição dos modelos ARDL, as outras abordagens econométricas são mais restritas, pois exigem que todas as variáveis no sistema sejam da mesma ordem de integração, geralmente $I(1)$. Entretanto, os Modelos Autorregressivos de Defasagens Distribuídas possuem maior flexibilidade ao admitirem a possibilidade de um mix de variáveis $I(0)$ ou $I(1)$.

Tabela 5 – Testes de Raiz Unitária

	Período	ADF	PP	KPSS	Resultado
Resultado Nominal	1997-2024	-1.168*	-2.248*	1.595***	Não estacionária
Arrecadação	1997-2024	-3.044**	-3.331**	0.409**	Não estacionária
Despesas	1997-2024	-1.482*	-2.436*	2.098***	Não estacionária

Fonte: STN - Secretaria do Tesouro Nacional.

Notas: ADF e PP: H_0 - raiz unitária; KPSS: H_0 - Estacionariedade.

*, **, *** significam rejeição da hipótese nula a 10%, 5% e 1%, respectivamente.

O Teste Dickey-Fuller Aumentado (ADF) Dickey e Fuller (1979) é um dos procedimentos mais utilizados para verificar a presença de uma raiz unitária em séries temporais. Sua hipótese

nula (H_0) é a de que a série é não estacionária (possui uma raiz unitária), o que implica a existência de uma tendência estocástica (passeio aleatório). O teste é construído sobre um modelo autorregressivo que inclui defasagens da primeira diferença da série para corrigir a autocorrelação residual, garantindo que o termo de erro seja ruído branco. A inferência é baseada em uma estatística t modificada, com distribuições não-padrão (as distribuições de Dickey-Fuller), o que requer o uso de valores críticos específicos.

O Teste Phillips-Perron (PP) Phillips e Perron (1988) é uma alternativa não-paramétrica ao teste ADF. Assim como o ADF, sua hipótese nula (H_0) também é a de que a série é não estacionária (possui uma raiz unitária). A principal diferença é que o teste PP não exige a inclusão explícita de defasagens da variável dependente para corrigir a autocorrelação e a heterocedasticidade. Em vez disso, o teste modifica a estatística t do coeficiente do termo defasado da série para ajustá-la automaticamente a essas complexidades. Por essa razão, o PP é frequentemente considerado mais robusto a formas mais gerais de dependência dos resíduos.

O Teste Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) Kwiatkowski et al. (1992) se distingue do ADF e PP por sua hipótese nula. Para o KPSS, a hipótese nula (H_0) é a de que a série é estacionária (estacionária em nível ou estacionária em torno de uma tendência determinística). Isso o torna um teste complementar crucial. A estatística KPSS mede a variância de longo prazo dos resíduos de uma regressão da série contra uma constante (ou uma constante e uma tendência). Um valor alto da estatística sugere que a série se desvia muito de sua média (ou tendência) ao longo do tempo, levando à rejeição da estacionariedade. O KPSS é particularmente útil para detectar a não estacionariedade em séries que podem ser altamente persistentes, mas tecnicamente estacionárias (os "near unit roots"), que são frequentemente mal interpretadas pelo teste ADF.

Na Tabela 5 o Resultado Nominal apresenta ADF (-1.168) e PP (-2.248). Isso demonstra que, a 10%, 5% ou 1% de significância, não se pode rejeitar a hipótese nula de raiz unitária (não estacionariedade). Já o resultado do teste KPSS (1.595) rejeita a hipótese nula de estacionariedade, ao nível de 1% de significância. De fato, para os objetivos dessa pesquisa, o resultado de presença de raiz unitária na variável Resultado Nominal já aponta para a possibilidade de o governo central brasileiro ter inclinado a tributação para o futuro, tal como discutido em (GHOSH, 1995).

Já para o caso da Arrecadação os testes ADF (-3.044) e PP (-3.331) rejeitam a hipótese nula de raiz unitária, ao nível de 5%. Por outro lado, o teste KPSS (0.409) rejeita a hipótese nula de estacionariedade, ao nível de 5%. Este é um cenário bem comum em séries macroeconômicas, mas rejeição da estacionariedade pelo teste KPSS é frequentemente considerada uma evidência mais decisiva nestes casos. Aliada à forte teoria de que agregados fiscais em longos períodos são não estacionários, a conclusão de raiz unitária para a série de Arrecadação parece ser mais prudente. Por fim, na variável Despesas os testes ADF (-1.482), PP (-2.436) e KPSS (2.098) mostram claros indicativos de não estacionariedade.

6.2 Resultados das Estimações ARDL/NARDL: Suavização e Inclinação Tributárias

6.2.1 A dinâmica de curto e longo prazos e a inferência da Suavização Tributária

Chega-se ao ponto central desta pesquisa, que é executar uma série de procedimentos econométricos, por meio da estimação de Modelos Autorregressivos de Defasagens Distribuídas Lineares (ARDL) e Não Lineares (NARDL), que permitem inferir sobre a Hipótese de Suavização Tributária (HST). Ao longo das tabelas em que os resultados serão reportados, as análises aprofundarão as repercussões que as estatísticas e/ou resultados têm sobre a HST, notadamente: sustentabilidade fiscal e variação gradual da carga tributária.

Como destacado na seção de metodologia, a principal contribuição dos modelos ARDL / NARDL na investigação da HST é a análise do Mecanismo de Correção de Erros (ECM). O ECM é a medida da velocidade do ajuste de eventuais choques de curto prazo ao equilíbrio cointegrante de longo prazo. Em função disso, é fundamental a análise dos ECMs para se verificar como se dá a velocidade de ajuste das receitas e despesas ao equilíbrio de longo prazo com o resultado nominal. Assim, para tentar isolar os ECMs específicos das receitas e despesas trabalha-se com equações: i) resultado nominal explicado pela arrecadação (Res-Arrec); ii) resultado nominal explicado pelas despesas (Res-Desp). Para selecionar os modelos foram adotados os procedimentos de estimação com inferência robusta com no máximo 6 períodos de defasagem, sendo o melhor modelo selecionado via Critério de Informação Akaike e, posteriormente, confirmação via Teste de Autocorrelação.

O primeiro passo da análise de cointegração e de possíveis assimetrias é estimar um modelo mais generalizado, simplesmente para se proceder com o Teste de Simetria. Assim, deve-se decidir, a priori, se as equações estimadas serão lineares/simétricas, levando à estimação de modelos ARDL, ou não lineares/assimétricas, gerando modelos NARDL. Para o objetivo desta pesquisa, esses testes adicionam uma camada adicional e independente ao teste de cointegração, cujo objetivo é apenas confirmar a existência de uma relação de longo prazo, que pode ser interpretada como o pilar da sustentabilidade fiscal. O teste de simetria investiga a natureza dessa relação. Para ocorrer um falso positivo, o modelo teria que não apenas ser cointegrado, mas também exibir um padrão de assimetria complexo e economicamente plausível por mero acaso, o que seria pouco provável.

O teste de simetria testa uma camada mais profunda da teoria, ou seja, analisando a HST não somente sobre sua correlação, mas sobre um comportamento otimizador do governo, que pode reagir de forma distinta em diferentes conjunturas econômicas. A Tabela 6 traz o resultado deste teste para os dois casos: i) resultado nominal explicado pela arrecadação (Res-Arrec); ii) resultado nominal explicado pelas despesas (Res-Desp). No primeiro caso, há assimetria, ao passo que no segundo caso os resultados mostram simetria.

Tabela 6 – Teste de Simetria

	Longo prazo	Curto prazo	Longo e Curto prazos	Avaliação de simetria
Res-Arrec	16.832 [0.0001]	5.001 [0.0281]	8.631 [0.0004]	LP Assimétrico CP Assimétrico LP e CP Assimétrico
Res-Desp	0.035 [0.8503]	0.195 [0.6594]	0.132 [0.8757]	LP Simétrico CP Simétrico LP e CP Simétrico

Fonte: STN - Secretaria do Tesouro Nacional.

Nota: P-valores entre colchetes.

Foram realizados testes de sensibilidade adicionais utilizando uma variável *dummy* fiscal para capturar as mudanças nos padrões das despesas e do resultado nominal a partir de 2014, conforme evidenciado pela análise da Figura 1. A inclusão dessa variável de regime fiscal tende a ocultar o caráter assimétrico detectado originalmente na Tabela 6. Esse fenômeno ocorre porque a *dummy* fiscal absorve o viés fiscal sistemático do período, incorporando em si a própria manifestação da assimetria que, na especificação base, é captada pelos coeficientes de longo prazo do NARDL.

A descoberta de assimetria de longo prazo no modelo Resultado Nominal–Arrecadação exige uma melhor qualificação dos resultados relativos à HST, forçando uma conclusão mais complexa. Isso demonstra que a aplicação de modelos ARDL/NARDL não é uma ferramenta para confirmar indiscriminadamente a HST, mas sim um instrumento para inferir sobre a complexa natureza da política fiscal. A Tabela 6 oferece uma confirmação de uma versão sofisticada e realista da HST para o Brasil. Ela mostra que a política fiscal opera com uma âncora de longo prazo simétrica advinda das despesas, mas utiliza, na arrecadação, ajustes de curto prazo assimétricos para manejar os choques, exatamente o que se esperaria de um comportamento de suavização no mundo real. Mais adiante, volta-se a discutir um pouco mais esses resultados de simetria e assimetria encontrados.

Dado este primeiro achado, detalharemos mais os resultados e seus significados econômicos com a análise das estimações dos modelos ARDL/NARDL. A Tabela 7 reporta os resultados principais do modelo NARDL (6, 6) para o caso do Resultado Nominal explicado pela Arrecadação (Res-Arrec). A mesma tabela também reporta os resultados do modelo ARDL (2, 1) para o caso do Resultado Nominal explicado pelas Despesas (Res-Desp). Como já dito, a seleção dos modelos específicos confirmada pelos testes de simetria expostos na Tabela 6.

Tabela 7 – Defasagens, Testes de Diagnóstico, Testes de Cointegração

	Modelos (Defasagens)	Testes de Diagnósticos		Testes de Cointegração		
		Teste LM	Cusum/Cusumq	Estat. F	I(0) 5%	I(1) 5%
Res-Arrec	NARDL (6,6)	0.375 [0.688]	Estável/Estável	5.674	3.10	3.87
Res-Desp	ARDL (2,1)	0.049 [0.951]	Estável/Estável	4.916	3.62	4.16

Fonte: STN - Secretaria do Tesouro Nacional.

Notas: Estimacões robustas para heterocedasticidade. P-valores entre Colchetes.

Teste LM: H_0 = não autocorrelação.

O principal resultado reportado na Tabela 7 é referente ao Teste de Limite (Bounds Test) de Pesaran, Shin e Smith (2001) para ambas as equações estimadas. Ele testa a hipótese nula de não relação de longo prazo (não cointegração) entre as variáveis. Para o modelo Res-Arrec a estatística F (5.674) é maior que o valor crítico superior a 5% (3.87). Já para o modelo Res-Desp a estatística F (4.916) é maior que o valor crítico superior a 5% (4.16). Assim, em ambos os casos há rejeição da hipótese nula de não-cointegração, gerando evidência econométrica de sustentabilidade da política fiscal brasileira. Arrecadação de impostos, despesas públicas e o resultado nominal estão conectados por uma âncora de longo prazo que impede que eles divirjam explosivamente. Sem este resultado, a HST seria imediatamente refutada pela ausência do pilar da sustentabilidade fiscal.

O Teste LM de Autocorrelação confirma a ausência de autocorrelação serial em ambas as estimacões, corroborando a escolha das defasagens feito pelo critério AIC. Os testes CUSUM e CUSUMSq confirmam a estabilidade dos parâmetros estimados. Este resultado é importante pois indica que não há evidência de quebras estruturais abruptas nos coeficientes, sugerindo certa estabilidade na relação de longo prazo entre as variáveis fiscais, apesar das crises e mudancas de governo. Isso está em linha com o pilar da sustentabilidade da Hipótese de Suavização Tributária para o caso brasileiro.

A seleção desses modelos pode ter impactos na inferência da HST. Quanto ao pilar da Suavização Tributária é possível inferir que a escolha de modelos com um número elevado de defasagens, como o NARDL (6, 6), corrobora com a ideia de suavização. Um processo "suave" pode ser visto como um processo mais lento e gradual. Defasagens longas indicam que os choques fiscais não são absorvidos imediatamente, mas seus efeitos se propagam ao longo de muitos períodos. Isso pode ser visto como uma manifestação econométrica de um ajuste gradual, sendo essa uma das premissas da Suavização Tributária. Já no caso da Sustentabilidade Fiscal, a escolha de um modelo não linear para a arrecadação sugere que o mecanismo de ajuste que garante a sustentabilidade possui certa complexidade, reagindo de forma diferente às conjunturas propícias ao aumento de receitas e às conjunturas em que são necessários cortes de arrecadação.

Apesar de termos uma primeira sinalização corroborando a HST para o caso brasileiro, é importante ter claro que a cointegração é condição necessária, mas não suficiente para a confirmação da hipótese. Em outras palavras, uma relação de longo prazo confirma a sustentabilidade fiscal, mas a comprovação da suavização necessita de uma análise subsequente da dinâmica de ajuste, especialmente da magnitude do coeficiente do ECM. Para que um falso positivo ocorresse, o modelo teria que não apenas ser cointegrado, mas também, por mero acaso, apresentar uma velocidade de ajuste lenta (ECM pequeno), coeficientes de longo prazo economicamente plausíveis e uma estrutura de assimetria consistente com a teoria. A probabilidade de um modelo passar por todos esses filtros independentes de forma espúria é extremamente baixa. Assim, a confirmação da HST via modelo ARDL/NARDL não é uma descoberta isolada, mas sim a validação econométrica de um padrão já fortemente sugerido pela análise da estatística descritiva, na qual a volatilidade das despesas foi consistentemente o dobro da volatilidade da arrecadação. Isso, por si só, confere maior confiança aos resultados inferenciais, minimizando a possibilidade de um falso positivo.

A HST ainda pode ser refutada por testes subsequentes sobre a natureza e a dinâmica do ajuste. Portanto, uma rejeição da HST mesmo entre os modelos cointegrados teria um forte poder, como mencionado. Da mesma forma, uma confirmação da HST (um positivo) não é um artefato da seleção, mas sim o resultado de o modelo ter passado por múltiplos e rigorosos critérios de avaliação que vão muito além da simples existência de uma relação de longo prazo. Notadamente, podem ser destacados os testes de simetria e a magnitude do mecanismo de correção de erros, responsável por corroborar, ou não, o caso de suavização tributária. Portanto, os resultados e as análises seguintes não são meros procedimentos econométricos, mas sim procedimentos decisivos na inferência da HST.

Voltando à Tabela 6, relativa aos Testes de Simetria, para o caso do modelo Res-Arrec, que demonstra como o Resultado Nominal reage a choques na Arrecadação, os resultados para o longo prazo apontam que a estatística do Teste de Wald é 16,832, com um p-valor de 0,0001. Isso significa que se rejeita a hipótese nula de simetria de longo prazo e repercute na inferência da HST, pois representa uma sofisticação em relação às metodologias tradicionais. Nesse sentido, ao contrário de uma única regra de sustentabilidade, o governo parece operar com regras de sustentabilidade distintas, dependendo da dinâmica da arrecadação. A forma como o resultado nominal se ajusta no longo prazo a um boom de arrecadação difere do ajuste advindo de um colapso na receita. Isso sugere uma gestão fiscal estratégica e não-mecânica, o que é consistente com um comportamento otimizador ao longo do tempo.

Ainda sobre o modelo Res-Arrec, o resultado do curto prazo apresenta estatística de teste de 5,001 (p-valor = 0,0281). Como o p-valor é menor que 5%, rejeita-se a hipótese nula de simetria de curto prazo. O impacto na inferência da HST também é perceptível, pois caracteriza o mecanismo de suavização como sendo não linear. A reação imediata do governo a uma surpresa positiva na arrecadação, como uma aceleração do crescimento do PIB, é diferente da reação a

uma surpresa negativa, como uma recessão que derruba a receita. Isso pode corroborar a HST ao mostrar que a suavização não é um processo passivo, mas sim uma política ativa que se adapta à natureza do choque.

A Tabela 6 também reporta os resultados dos Testes de Simetria para o modelo Res-Desp, em que o Resultado Nominal reage a choques nas despesas. Em ambos os casos, curto e longo prazos, as estimações apontam para uma dinâmica simétrica. Tal resultado apoia fortemente o pilar da sustentabilidade fiscal da HST de uma forma mais tradicional, já que indica a existência de uma única âncora fiscal de longo prazo para as despesas. Independentemente de os gastos subirem ou descerem, o ajuste do resultado nominal é o mesmo. Isso sugere uma regra de sustentabilidade consistente e previsível advinda do lado das despesas, que é um pilar para um comportamento de suavização.

Feita essa análise mais pormenorizada dos testes de simetria, passamos agora aos detalhes das relações de longo prazo (cointegração). A Tabela 8 reporta aos coeficientes de longo prazo de ambas as equações estimadas. Para o modelo Res-Arrec NARDL(6,6), por ter a característica não linear ele traz resultados positivos e negativos. A variável Arrecadação positiva apresenta o coeficiente (0.1455) é estatisticamente significativa (p-valor = 0.0146). Do ponto de vista fiscal, isso significa que para um aumento permanente de 1 p.p. na arrecadação, o resultado nominal melhora em apenas 0,15 p.p. no longo prazo. Os outros 0,85 p.p. podem ser interpretados como aumento adicional nas despesas, em linha com um comportamento do tipo “arrecadar e gastar”. Isso apoia o pilar da sustentabilidade da HST ao mostrar que o sistema fiscal reage, mas revela que a restrição não é de 1 para 1. Isso também indica um forte componente político na alocação de novas receitas, já que toda autorização orçamentária legislativa para aumento de despesas no Brasil deve demonstrar a fonte de receita ou redução de despesas equivalentes ao aumento.

Já a variável Arrecadação negativa apresenta coeficiente (0.2674) estatisticamente significativa e diferente do coeficiente para aumentos (0.1455), como o teste de assimetria havia demonstrado e apontando um comportamento suavizador do governo federal brasileiro. Ela mostra que o mecanismo de ajuste fiscal não é uma regra mecânica, dado que a resposta do governo a uma queda na arrecadação (piorando o resultado nominal em 0,27) é mais forte do que a resposta a um aumento. Assim, pode-se dizer que as estimações dos Modelos Autorregressivos de Defasagens Distribuídas permitem uma inferência mais qualitativa da HST, onde a “suavização” pode ser uma estratégia ativa e não-linear que se adapta a natureza do choque fiscal.

A Tabela 8 também apresenta o modelo simétrico Res-Desp ARDL (2,1), onde há uma única medida da relação de longo prazo entre o resultado nominal e as despesas. A variável Despesas apresenta um coeficiente (-0.1323) estatisticamente significativa. A interpretação fiscal desse resultado nos diz que, para cada 1 p.p. de aumento permanente na despesa, o resultado nominal piora em apenas 0,13 p.p. no longo prazo. Isso pode ser visto como mais uma evidência a favor do pilar da sustentabilidade da HST, pois implica que a parcela restante passa a ser

financiada por um aumento endógeno e correspondente na arrecadação ao longo do tempo. No período analisado existiu uma âncora fiscal robusta que forçou a arrecadação a se ajustar para cobrir a vasta maioria das novas despesas, evitando uma trajetória de dívida explosiva. Em suma, este coeficiente (-0.1323) define um ponto final estável e sustentável para o qual a política fiscal converge, sendo condição fundamental para que um comportamento de suavização, ou seja, uma curva gradual até ao ponto final.

Em suma, a análise dos coeficientes de longo prazo oferece um forte apoio a uma versão realista e minuciosa da HST para o Brasil. Ela confirma o pilar da sustentabilidade de forma robusta e demonstra a natureza complexa e assimétrica do mecanismo de suavização. O modelo Resultado Nominal–Despesas mostra um comportamento no estilo “gastar e arrecadar” muito forte, garantindo certa sustentabilidade fiscal. Já o modelo Resultado Nominal–Arrecadação mostra um comportamento de “arrecadar e gastar” assimétrico, revelando a complexidade política do lado da receita. Encontrar resultados que não são apenas estatisticamente significantes, mas também economicamente interpretáveis e consistentes com a teoria fiscal torna um falso positivo para a HST muito menos provável.

Com o objetivo de testar a robustez das inferências de assimetria, estimou-se adicionalmente um modelo ARDL simétrico incorporando a variável *dummy* fiscal. Os resultados demonstram que esta especificação simétrica produz um impacto de longo prazo da arrecadação desprovido de qualquer significância estatística. A tentativa de caracterizar a política fiscal brasileira, no componente da arrecadação, como linear através de uma variável de controle estrutural ignora o fato de que a *dummy* fiscal é altamente significativa, precisamente por absorver a assimetria fiscal que o governo central impôs às contas públicas a partir de 2014. Consequentemente, o modelo NARDL como especificado na Tabela 8 apresenta maior aderência à realidade econômica brasileira. Esta abordagem permite que as variáveis fiscais explicitem a disparidade nas reações entre ganhos e perdas de receita (0,145 frente a 0,267), evitando que uma intervenção determinística de longo prazo mascare a dinâmica assimétrica que é essencial para a compreensão da Hipótese de Suavização Tributária no Brasil.

Tabela 8 – Coeficientes de Longo Prazo (Variável Dependente: Resultado Nominal)

Res-Arrec NARDL(6,6)			Res-Desp ARDL(2,1)		
Variáveis	Coeficientes	Prob.	Variáveis	Coeficientes	Prob.
Arrecadação ⁺	0.1455	0.0146	Despesas	-0.1323	0.0006
Arrecadação ⁻	0.2674	0.0014			

Fonte: STN - Secretaria do Tesouro Nacional.

Nota: P-valores entre colchetes.

Até agora, analisamos os processos de integração dos modelos estimados e chegamos à conclusão de que há uma relação de longo prazo entre resultado nominal e arrecadação/despesas. Mas isso não impede que haja desequilíbrios no curto prazo, o que é perfeitamente normal num

contexto fiscal. Como o equilíbrio de longo prazo deve ser observado, os possíveis desequilíbrios de curto prazo devem sempre ser revertidos, para que haja a cointegração já relatada. É este o papel do mecanismo de correção de erros (ECM) e é esta a análise que faremos nos próximos parágrafos.

No nosso contexto, a análise do longo prazo permitiu a inferência acerca da sustentabilidade fiscal da HST, sem que aspectos específicos da suavização de tributos na HST fossem examinados com mais profundidade. A Tabela 9 reporta o mecanismo de correção de erros (ECM), juntamente com as variáveis de curto prazo estatisticamente significantes. Como já mencionado, o ECM nos permitirá inferir sobre o quão gradual é o ajuste dos choques de despesas e receitas para reequilibrar o resultado nominal.

O Modelo Res-Arrec (NARDL) da Tabela 9 descreve como o resultado nominal se ajusta no curto prazo a desequilíbrios e a choques na arrecadação. O ECM tem coeficiente negativo (-0.204) e é altamente significativo. Este resultado indica que 20,4% do desequilíbrio de longo prazo advindo da receita é corrigido a cada trimestre. Isso gera repercussões tanto no aspecto da sustentabilidade fiscal quanto no aspecto da suavização de tributos. A alta significância estatística do ECM comprova que existe um mecanismo estatisticamente robusto que puxa o resultado nominal de volta para o seu equilíbrio de longo prazo com a arrecadação. Isso confirma o aspecto da sustentabilidade fiscal. Uma velocidade de ajuste trimestral de 20,4% pode ser considerada consistente com um comportamento de suavização, em que desequilíbrios não são eliminados de forma instantânea, nem tampouco de forma muito lenta. Por fim, sobre as variáveis estatisticamente significantes do Modelo Res-Arrec (NARDL) percebe-se que a dinâmica de curto prazo é complexa. Ela depende de múltiplos valores defasados do próprio resultado nominal e, crucialmente, reage de forma assimétrica a choques na arrecadação, com defasagens diferentes sendo significantes para aumentos e quedas.

Esta complexidade reforça que a aplicação de modelos ARDL/NARDL promove um ganho qualitativo no teste da HST o tornando mais sofisticado. A suavização não é um processo simples. As múltiplas defasagens significativas mostram que o ajuste é distribuído ao longo do tempo. A assimetria mostra que a estratégia de suavização depende de seu contexto, já que o governo reage de forma diferente a uma queda inesperada na receita (uma crise) versus um ganho inesperado (um boom). Isso é a marca de uma política fiscal aderente à realidade e não somente uma regra mecânica.

Já a segunda equação apresentada na Tabela 9 mostra o Modelo Res-Desp (ARDL), que descreve como o resultado se ajusta a desequilíbrios e a choques nas despesas. Neste modelo, o ECM tem coeficiente negativo (-0.120) e tem significância estatística. Uma velocidade de ajuste de apenas 12,0% pode ser considerada lenta, já a total correção do desequilíbrio fiscal, causado por um choque na despesa, levaria mais de 5 trimestres para ser corrigido. Isso é um exemplo de um comportamento de suavização tributária, onde o governo evita ajustes fiscais bruscos e distribui o fardo ao longo de um horizonte de tempo extenso. Desta forma, assim como no

modelo da receita, um ECM significativo confirma a existência de uma âncora de longo prazo que garante o aspecto da sustentabilidade da HST.

Em suma, o resultado da cointegração apenas indica a convergência dos dois sistemas estimados. O coeficiente ECM quantifica a velocidade dessa convergência. Isso é importante na discussão da suavização tributária, pois a HST não prevê apenas convergência; ela prevê convergência lenta. Encontrar coeficientes estatisticamente significantes que são também pequenos em magnitude (como -0.129 e -0.204) é passar em um teste muito mais específico e rigoroso. É muito menos provável que um modelo seja cointegrado por acaso e que também produza, por acaso, uma velocidade de ajuste lenta que se alinha perfeitamente com a teoria.

Os resultados não mostram apenas um ECM significativo, mas uma estrutura de curto prazo complexa, com múltiplas defasagens e assimetrias que fazem sentido econômico. A complexidade e a coerência dos resultados de curto prazo validam que os modelos capturam uma relação econômica genuína. As estimações realizadas apoiam fortemente a tese que o governo central brasileiro tem um comportamento racional, pois permitem inferir para um teste positivo da HST, seja no aspecto da sustentabilidade fiscal seja no aspecto do gradualismo no ajuste fiscal.

Contudo, existe ainda a possibilidade de uma certa horizontalização da carga tributária que resulte não necessariamente de um processo de suavização de tributos, mas de um processo de acumulação ou desacumulação de dívida que a literatura denomina Inclinação Tributária (Ghosh, 1995). Trataremos disso a seguir, quando iniciaremos a discussão dos multiplicadores dinâmicos.

Tabela 9 – Dinâmica de Curto Prazo: Mecanismo de Correção de Erros (ECM)

	Modelo	ECM (-1) [Prob.]	Variáveis Significantes (1ª diferença) (Curto Prazo)
Res-Arrec	NARDL	-0.204 [0.0000]	Resultado Nominal _{t-1,t-2,t-4,t-5} ; Arrecadação ^{pos} _{t-4} , Arrecadação ^{neg} _{t,t-2,t-5}
Res-Desp	ARDL	-0.120 [0.0002]	Despesas _{t-1}

Fonte: STN - Secretaria do Tesouro Nacional.

Nota: Nota: P-valores entre colchetes.

Para se ter uma noção da dinâmica das respostas do modelo assimétrico modelo Res-Arrec, a Figura 2 apresenta o gráfico de multiplicador dinâmico, que ilustra a evolução do impacto acumulado de um choque (aumento ou queda) na Arrecadação sobre o Resultado Nominal ao longo do tempo. Esta figura é interessante porque traz três informações simultâneas: i) linha pontilhada, dando a resposta positiva do Resultado Nominal após um choque positivo permanente (um aumento) na Arrecadação; ii) linha tracejada, apresentando a resposta negativa do Resultado Nominal após um choque negativo permanente (uma queda) na Arrecadação; iii) linha sólida,

que é a assimetria gerada no processo, ou seja, a diferença entre a resposta positiva e a negativa em cada ponto no tempo e a linha sólida.

De outra forma, a Figura 2 do Multiplicador Dinâmico Acumulado para o modelo NARDL Res-Arrec ilustra as trajetórias assimétricas da resposta do Resultado Nominal a um choque na Arrecadação. Por ser um modelo não-linear, ele demonstra dois comportamentos distintos para o Resultado Nominal. O primeiro é a resposta positiva (linha pontilhada), ou seja, se a arrecadação aumenta permanentemente em 1 ponto percentual do PIB, tem-se a resposta acumulada sobre o déficit/superávit ao longo dos trimestres. O segundo é a resposta negativa (linha tracejada), ou seja, se a arrecadação cai permanentemente em 1 ponto percentual do PIB, demonstra-se a evolução do impacto acumulado sobre o déficit/superávit ao longo dos trimestres.

A análise do multiplicador dinâmico acumulado da Figura 2 (modelo Res-Arrec) revela uma dinâmica fiscal complexa e marcadamente assimétrica, que pode ser decomposta nas seguintes fases: Fase 1 - impacto inicial (horizonte 0 a 3 trimestres); Fase 2 - reação assimétrica intensa e overshooting (horizonte 4 a 7 trimestres); Fase 3 - Convergência para o equilíbrio (horizonte 8 a 24 trimestres); Fase 4: Estabilização no longo prazo (horizonte > 24 trimestres).

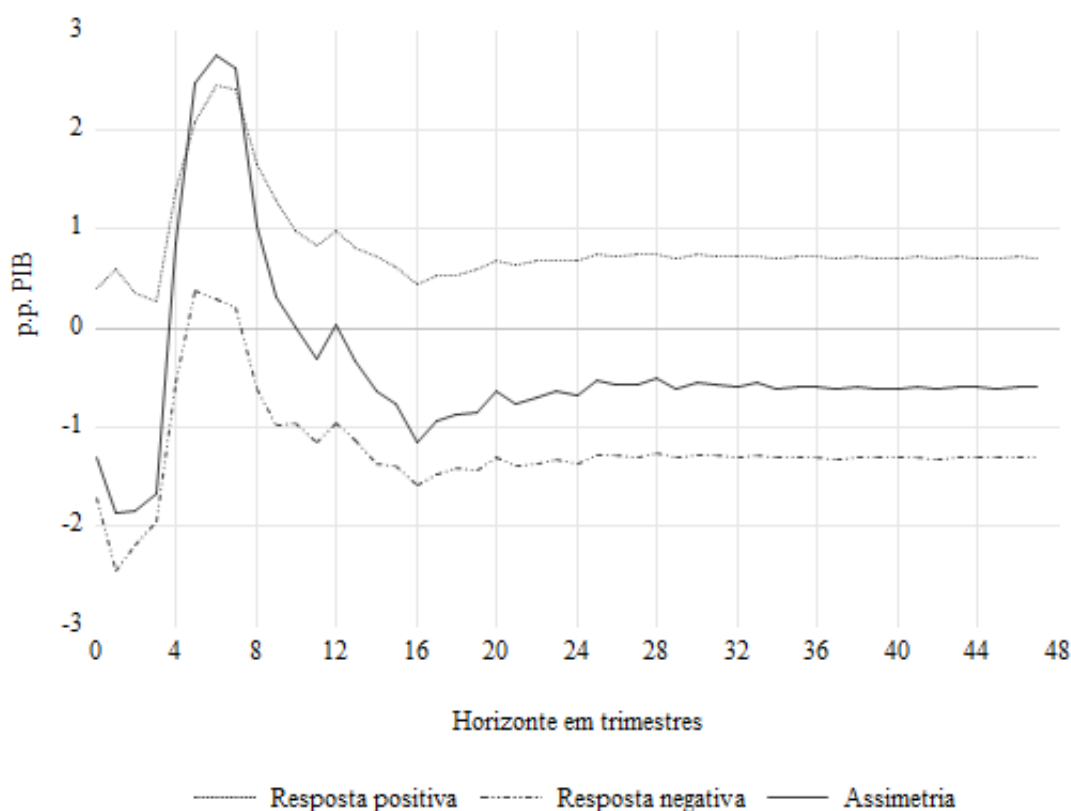
Na Fase 1, no momento do choque e nos trimestres imediatamente seguintes, tanto a resposta a um choque positivo (aumento de arrecadação) quanto a um choque negativo (queda) se deteriora, com o impacto negativo sendo mais pronunciado. A assimetria entre as duas respostas diminui inicialmente. A partir do quarto trimestre, Fase 2, as trajetórias divergem drasticamente. O mais notável é o comportamento da "resposta negativa" (linha tracejada), pois dada uma queda na arrecadação, o sistema fiscal reage de forma tão forte, provavelmente via cortes de despesas mais que proporcionais, que o impacto líquido sobre o resultado nominal se torna positivo por um breve período. É neste momento que a assimetria (a diferença entre as duas curvas) atinge seu pico, ultrapassando visualmente a curva de "resposta positiva". Isso indica que a assimetria na política fiscal é mais extrema no curto e médio prazo.

Após a reação intensa, na Fase 3 ambas as curvas iniciam um processo de convergência em direção aos seus respectivos equilíbrios de longo prazo. As respostas positivas e negativas diminuem em magnitude, e a linha de assimetria, após se tornar negativa por volta do 16º trimestre, também começa a se estabilizar. Na Fase 4 as curvas se aplainam, revelando os impactos permanentes de cada choque. A resposta positiva converge para o coeficiente de longo prazo θ^+ , estimado em 0,1455 e a resposta negativa converge para o impacto do coeficiente θ^- , que corresponde a -0,2674. A linha de assimetria se estabiliza na diferença entre esses dois equilíbrios, indicando uma assimetria permanente no comportamento fiscal.

Essa descrição da Figura 2 adiciona mais uma camada analítica ao processo de inferência da Hipótese de Suavização Tributária (HST). Quanto ao pilar da sustentabilidade fiscal, a Figura 2 demonstra que o sistema fiscal brasileiro, apesar de sua complexidade, possui uma âncora de longo prazo que impediu uma trajetória explosiva da assimetria. O fato de que, após toda a volatilidade, oscilação e *overshooting*, ambas as curvas eventualmente convergem e se

estabilizam em valores finitos é mais um indicativo visual forte de que há um processo de cointegração entre as variáveis. E isso reforça o pilar da sustentabilidade. Isso mostra que, apesar do comportamento observado no curto e médio prazos, o sistema fiscal brasileiro possui mecanismos capazes de reverter instabilidades de curto prazo e reequilibrar o sistema no longo prazo. Já quanto ao pilar do gradualismo da HST, a Figura 2 indica que o ajuste a choques não é instantâneo, mas sim distribuído ao longo do tempo. Nesse sentido, a convergência final só ocorre após o 20º trimestre, e a estabilização completa leva ainda mais tempo. Isso confirma um processo de ajuste muito lento e gradual, que é a essência da suavização. Todavia, o gráfico mostra que essa suavização não é um processo tranquilo, mas sim um caminho com oscilações até que o equilíbrio seja restaurado. O governo pode ter que fazer correções de curso ao longo do caminho; isso não nega a suavização, mas a descreve como um processo de controle dinâmico e reativo, não como um piloto automático suave.

Figura 2 – Multiplicador Dinâmico Acumulado: Evolução do Choque na Arrecadação sobre o Resultado Nominal



Fonte: STN - Secretaria do Tesouro Nacional.

A Figura 3 reporta o Multiplicador Dinâmico Acumulado para o modelo ARDL Res-Desp, isto é, ilustra a trajetória completa da resposta do Resultado Nominal a um choque nas Despesas. A curva única mostra o impacto simétrico deste choque ao longo do tempo, visualizando tanto a dinâmica de curto prazo (o overshooting inicial), quanto a convergência para o equilíbrio de longo prazo. No momento do choque (horizonte = 0), o resultado nominal

piora significativamente. Nos trimestres seguintes, o efeito negativo se aprofunda ainda mais, atingindo o ponto máximo de deterioração (cerca de -1.17) por volta do segundo ou terceiro trimestre. O que se denomina overshooting é o fato de o impacto de curto prazo de um aumento de gastos sobre o déficit ser maior do que o impacto final de longo prazo. Isso é economicamente plausível e sugere que os mecanismos de ajuste fiscal, como um aumento da arrecadação advindo de alta do PIB ou novas medidas tributárias, não são instantâneos e demoram para que sejam concretizados.

Após atingir o ponto de mínimo, a curva inicia um processo de ascensão a partir do trimestre 4, até a estabilização ao redor do trimestre 32. Esta é a fase em que o Mecanismo de Correção de Erros (ECM) está em plena atuação, significando que o déficit começa a diminuir gradualmente. A trajetória ascendente representa as forças de equilíbrio fiscal (a cointegração) puxando o sistema de volta para sua trajetória de longo prazo. A arrecadação começa a reagir ao aumento da despesa, compensando parte do impacto inicial.

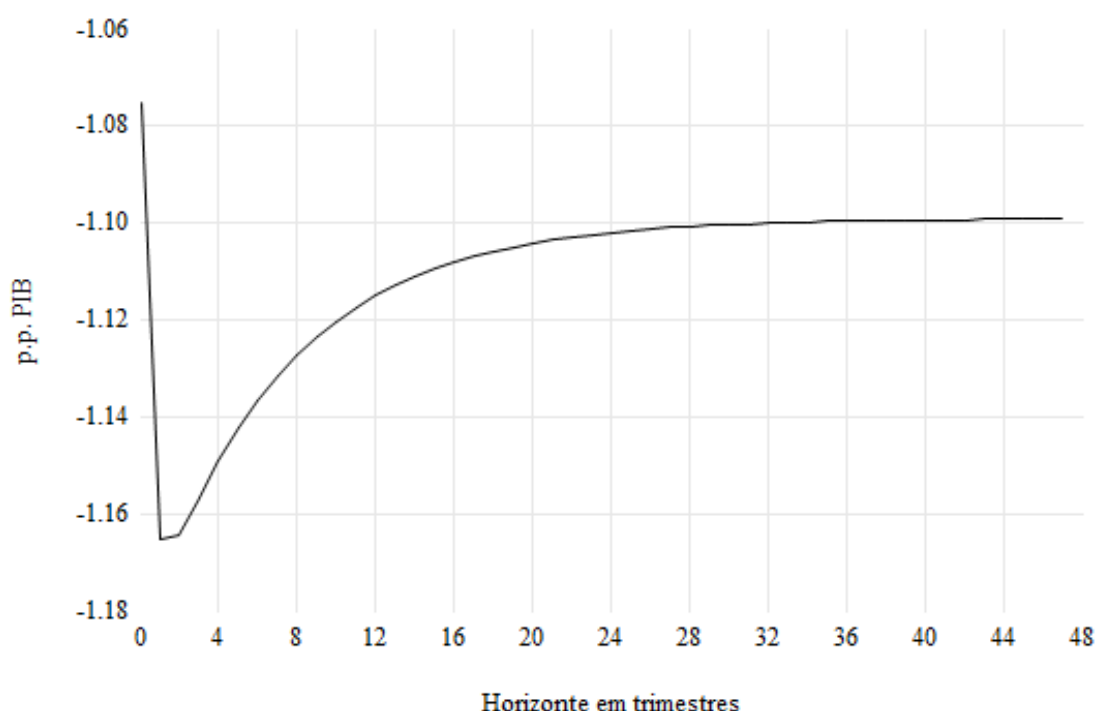
Após o 32º trimestre a curva se estabiliza em torno de -1,10. Este valor representa o coeficiente de longo prazo $[\theta_g]$ estimado por este modelo específico ARDL(2,1). E o impacto líquido e permanente do choque de despesa sobre o resultado nominal. Quanto ao pilar da sustentabilidade da HST, o fato de a curva convergir para um valor estável e não entrar em trajetória explosiva é, por si só, evidência de um sistema cointegrado e com uma âncora de longo prazo. Isso apoia o pilar da sustentabilidade. Já para o pilar do ajuste lento e gradual proposto pela HST fica bem ilustrado na Figura 3. A trajetória completa do ajuste leva cerca de 32 trimestres (8 anos) para se estabilizar. Isso mostra que o impacto de um choque de despesa não é absorvido de uma só vez, mas sim distribuído ao longo de um horizonte de tempo muito extenso. A inclinação suave da curva de convergência é a representação visual de um baixo coeficiente ECM. Um ajuste rápido seria uma linha quase vertical de volta ao equilíbrio. Um ajuste lento, como o observado, é a marca registrada da suavização.

6.2.2 A dinâmica de curto e longo prazos e a inferência da Inclinação Tributária

A Suavização Tributária é a reação a choques temporários nos gastos. O objetivo é manter a carga tributária estável. Se um governo fizesse apenas a Suavização Tributária, o Resultado Nominal deveria ser estacionário, flutuando em torno de uma média. Mas, nos termos de Ghosh (1995), o governo pode ter uma taxa de desconto diferente da taxa de juros de mercado. Esse diferencial é um incentivo para que o governo acumule ou desaccumule dívida. Nesse sentido, a Inclinação Tributária é uma decisão sistemática de transferir a carga tributária ao longo do tempo (para o futuro ou para o presente) em função desse diferencial.

Então, se o governo inclina sistematicamente os tributos a série temporal do Resultado Nominal será não estacionária como na Tabela 5. Portanto, o Governo Central Brasileiro pelos testes de Raiz Unitária inequivocamente pratica Inclinação Tributária. Mas as inferências estatísticas advindas da estimação das duas equações em modelagem ARDL/NARDL, também de

Figura 3 – Multiplicador Dinâmico Acumulado: Evolução do Choque de Despesa sobre Resultado Nominal



Fonte: STN - Secretaria do Tesouro Nacional.

forma inequívoca, demonstraram que o Governo Central Brasileiro testa positivo para Hipótese de Suavização Tributária.

Na metodologia desenvolvida por Ghosh (1995) demonstrar que o Resultado Nominal tem precedência sobre as despesas é essencial para inferir positivamente a HST. A argumentação naquela metodologia era que se o governo espera ou tem informação no presente de que no futuro o padrão das despesas irão aumentar ele aumenta no presente a tributação o que melhora o Resultado Nominal no contemporâneo. Com isso, o Resultado Nominal deve Granger-causar as despesas.

Todavia, a Tabela 10 demonstra de forma inequívoca que para o período entre 1997 e 2024 o Resultado Nominal não Granger causa Despesas. Isso sugere que a política de gastos do Brasil, na média do período, foi exógena ou rígida. Ou seja, o governo não parece ajustar sua trajetória de despesas em resposta a déficits ou superávits passados. Desta forma, o pilar da sustentabilidade da HST no Brasil recai inteiramente sobre o lado da arrecadação. Ou seja, os ECMs das despesas(-0,120) e arrecadação(-0.204), respectivamente muito lento e lento Pesaran, Shin e Smith (2001), da Tabela 9 parecem estar sendo garantidos por uma estratégia de acumular dívidas, ou seja inclinação tributária.

Desta forma, tanto pelos testes de Raiz Unitária como pelos testes de causalidade no sentido de Granger já é possível inferir que a suavização tributária brasileira (estabilização da carga tributária) não pode ser classificada como pura. Mas que também resulta de processos

relacionados à inclinação tributária. Assim, nessa subseção o objetivo será inferir qual dos dois comportamentos do governo (suavização ou inclinação) preponderou, ou se não houve preponderância evidente, entre 1997 e 2024. Entretanto, isso será feito a partir dos mesmos procedimentos econométricos ARDL/NARDL, por isso previamente segue uma análise de como tais procedimentos podem corroborar na inferência da Inclinação Tributária.

Para qualificar a inferência da Inclinação Tributária, é necessário ir além da simples detecção da não-linearidade Tabela 6 e quantificar o afastamento do sistema fiscal brasileiro em relação ao ideal do ótimo simétrico. O modelo determinístico desenvolvido na Seção 3.2 estabeleceu que a política tributária ótima é a simétrica, pois é aquela que minimiza a assimetria. Também naquela Seção, demonstrou-se que a persistência de uma política tributária ótima é a que busca um $[\rho_\tau]$, ou seja, simétrico.

Dessa forma, os resultados já apresentados nas análises anteriores — Tabela 5, Tabela 6, Tabela 7, Tabela 8, Tabela 9 e Tabela 5 — serão agora reavaliados sob a ótica da Análise da Distância do Ótimo Simétrico para quantificar a Inclinação Tributária.

A Tabela 9 do ECM demonstra a dinâmica de curto prazo. Nesse sentido, as estatísticas provenientes dela tem mais aptidão para inferir sobre a suavização tributária. Mas, o modelo Res-Arrec tem uma dinâmica de curto prazo complexa, com múltiplas defasagens e componentes assimétricos significantes. Assim, a complexidade e a assimetria do ajuste do lado da arrecadação são consistentes com uma política fiscal que não segue uma regra simples, mas, sim uma estratégia enviesada. Mas, como se demonstra logo abaixo ECMs lentos são condições necessárias, portanto não suficientes, para a assimetria.

Para observar isso, inicia-se desvendando qual é o benchmark ótimo para o nível de volatilidade aceitável para a carga tributária $[K]$. O modelo determinístico define $[K]$ como o quadrado da persistência média $[K = \rho_\tau^2]$. Observe que $[\rho_\tau]$ é encontrado a partir do coeficiente do Mecanismo de Correção de Erros (ECM) ou $[\alpha_\tau]$ extraído Tabela 9, ou seja, o valor -0.204. Portanto, a persistência média no Brasil para o período entre 1997 e 2024 é calculada assim:

$$\begin{aligned}\rho_\tau &= 1 + \alpha_\tau \\ \rho_\tau &= 1 - 0.204 \\ \rho_\tau &= 0.796\end{aligned}$$

Dado o nível de volatilidade aceitável para a carga tributária $[K]$:

$$\begin{aligned}K &= \rho_\tau^2 \\ K &= 0.796^2 \\ K &= 0.6336\end{aligned}$$

O valor calculado de $K \approx 0.6336$ revela que a restrição de volatilidade imposta pelo governo brasileiro foi frouxa (permissiva). Um K alto indica que a política fiscal tolerou uma alta persistência dos desequilíbrios. Se o governo tivesse optado por uma correção mais veloz (aumentando o módulo do ECM, por exemplo, durante os booms), isso teria reduzido o parâmetro de persistência ρ e, conseqüentemente, reduzido o K , levando a uma trajetória da dívida menos volátil e mais rapidamente estabilizada.

Essa análise sugere uma relação funcional entre a persistência e a assimetria: o elevado parâmetro de persistência ($K \approx 0.6336$) atua como um mecanismo permissivo. É essa alta tolerância à persistência que concede ao governo o espaço de manobra necessário para implementar uma trajetória de ajuste assimétrica (Inclinação Tributária) sem incorrer em custos imediatos de volatilidade, permitindo que a dívida se acumule gradualmente como subproduto de uma suavização tendenciosa.

Na Tabela 7 as Defasagens, os Testes de Diagnóstico, Testes de Cointegração são os procedimentos econométricos. Porém, a estabilidade e a cointegração são os procedimentos que podem contribuir, em tese, mais decisivamente no processo de inferência da inclinação, notadamente Cusum/Cusumq e Estatística-F. A tabela mostra que ambos os modelos são estáveis e cointegrados.

Em uma análise mais rápida, a estabilidade dos parâmetros da Tabela 7 aparentemente contradiz a ideia da presença de assimetria. Todavia, os testes CUSUM indicam que a regra de comportamento do governo foi, na média, estável. Já o Teste de Limites indica que essa regra era sustentável. A inclinação tributária não é sobre instabilidade ou falta de sustentabilidade é sobre uma regra que é sistematicamente tendenciosa. Esta tabela confirma que existe uma regra estável. As análises das próximas tabelas terão o condão de demonstrar que essa regra era tendenciosa.

Porém, essa sustentabilidade e estabilidades são congruentes com o resultado da persistência média no Brasil para o período entre 1997 e 2024 ($K : 0.6336$) o fato de K não ser explosivo (não ser maior que 1) é uma evidência que corrobora a sustentabilidade fiscal verificada na Tabela 7.

Passa-se ao núcleo inferencial da Inclinação Tributária as Tabelas 6 e 8. O teste de simetria, contém a evidência mais forte e direta para a Inclinação Tributária. O teste de Wald rejeita a simetria tanto no longo prazo ($p=0.0001$) quanto no curto prazo ($p=0.0281$) do Modelo Res-Arrec, bem como para o longo prazo e curto prazo simultaneamente ($p=0.0004$). A rejeição da simetria de longo prazo é a principal evidência que comprova a Inclinação tributária. Ela prova que a regra que governa a sustentabilidade fiscal do lado da arrecadação não é neutra. Existe uma assimetria sistemática e permanente na forma como a política fiscal reage a choques de receita. Esta assimetria de longo prazo é, por definição, a manifestação de que o governo inclina os tributos. Observe que não existe assimetria nos ajustes advindos das despesas um vez que, o modelo Res-Desp é simétrico e isso reforça a ideia que o governo maneja os choques de despesas como exógenos, fazendo-os acomodar de forma lenta e linear(sem assimetria). Assim,

o governo parece preferir endogeneizar uma regra para a política tributária enviesada como meio de passar pelos choques.

Já a Tabela 8, coeficientes de longo prazo, quantifica a assimetria que a Tabela 6 detectou. O coeficiente para aumentos θ^+ é 0.1455, enquanto para quedas θ^- é 0.2674. A diferença absoluta entre θ^+ e θ^- é de 0.1219 pontos percentuais do PIB. Em outras palavras, esse valor é a quantificação da Inclinação Tributária em unidades de Resultado Fiscal de Longo Prazo.

Essa distância quantifica a assimetria sistemática: o impacto de longo prazo de uma perda de receita é quase o dobro do impacto de um ganho de receita, mostrando que o sistema fiscal brasileiro é estruturalmente mais vulnerável e menos eficiente em momentos de escassez.

Esse valor é um verdadeiro atestado da subotimalidade do sistema fiscal brasileiro. A diferença entre os coeficientes revela a natureza da assimetria. A resposta do Resultado Nominal a uma queda na arrecadação é mais forte do que uma alta. Isso sugere um viés fiscal contra a acumulação de grandes superávits (os ganhos de arrecadação são em grande parte gastos), o que, ao longo do tempo, leva a um resultado fiscal pior do que em um cenário simétrico. É a implementação de uma inclinação tributária para o futuro (preferindo não poupar hoje).

Até agora essa pesquisa demonstrou inferências que corroboram fortemente com um diagnósticos em que entre 1997 e 2024 o Governo Central do Brasil suavizou e inclinou tributos ao mesmo tempo. Portanto, a parte plana da carga tributária que se observa na Figura 1 decorre de processos de suavização e inclinação tributária. A questão que fica é se um desses processos é mais preponderante em aplinar a curva da carga tributária.

A evidência mais forte para a suavização vem da velocidade do ajuste. O coeficiente do ECM do modelo Res-Desp, que foi de -0.120 (Tabela 9). Um ajuste de apenas 12,0% ao trimestre para choques na despesa é muito lento. Isso mostra que, na prática, o comportamento dominante do governo ao enfrentar desequilíbrios foi não reagir de forma abrupta, distribuindo o ajuste ao longo de muitos trimestres. Ou seja, suavização se amolda a um comportamento tático.

Já a inclinação é fortemente apoiada pela rejeição da simetria de longo prazo ($p=0.0001$) no modelo Res-Arrec (Tabela 8). A essa evidência somam-se a não estacionariedade do Resultado Nominal (Tabela 5) e fato do Resultado Nominal não Granger-cause as despesas (Tabela 10). A suavização ocorre em torno de um equilíbrio. A inclinação define a trajetória desse equilíbrio. O fato de o resultado nominal ser não estacionário, não ter precedência sobre as despesas, e de a regra de longo prazo da arrecadação ser assimétrica sugere que a força mais fundamental e estratégica que guiou a política fiscal não foi a de manter um equilíbrio estável que otimizasse a carga tributária intertemporalmente, mas sim a de seguir uma trajetória de endividamento gradual.

Reforça-se a preponderância da Inclinação como estratégia e da Suavização como tática. A Inclinação Tributária foi a força estratégica preponderante que definiu o trajeto de longo prazo da política fiscal brasileira entre 1997 e 2024. A trajetória não estacionária do resultado nominal

que não Granger-cause despesas e, crucialmente, a assimetria e permanente encontrado na reação da política de tributação, indicam que a característica dominante do período foi uma decisão sistemática de transferir a carga tributária para o futuro, ou seja, inclinou os tributos. Entretanto, a Suavização Tributária foi a tática operacional preponderante utilizada para navegar essa trajetória. A velocidade de ajuste extremamente lenta aos choques de despesa ($ECM = -0.120$) prova que, ao enfrentar os desequilíbrios do dia a dia, o comportamento dominante do governo foi o de evitar ajustes bruscos, distribuindo-os suavemente ao longo do tempo.

6.3 Teste de Causalidade Granger - Toda e Yamamoto

O Teste de Causalidade de Granger é uma metodologia econométrica que investiga se os valores defasados de uma série exercessem influência, em termos de precedência e poder preditivo, nos valores atuais de outra série temporal. Para tal, o teste de causalidade mais tradicional demanda estacionariedade das variáveis analisadas, para que não haja problemas na inferência dos resultados estimados. Desta maneira, as variáveis não estacionárias detectadas neste trabalho não estariam compatíveis para uma análise de causalidade no sentido Granger. A alternativa de diferenciar as séries para torná-las estacionárias em primeira diferença resolveria este entrave econométrico, mas destruiria as informações sobre a relação de longo prazo entre elas.

O avanço proposto por Toda e Yamamoto (1995) foi criar um procedimento que permite testar a causalidade no sentido Granger, independentemente de as séries serem estacionárias, não estacionárias ou cointegradas. O procedimento estima um modelo VAR em nível, preservando a informação de longo prazo, mas com uma estrutura de defasagens aumentada que garante a validade estatística do teste.

A Tabela 10 apresenta os resultados do Teste de Causalidade Granger - Toda e Yamamoto para as variáveis analisadas neste trabalho. Para o caso do Modelo Resultado Nominal - Arrecadação (Res-Arrec), o primeiro resultado rejeita a hipótese nula de não causalidade no sentido Granger ($p\text{-valor} = 0,028$), indicando que o Resultado Nominal Granger-cause a Arrecadação. O segundo resultado também não rejeita a hipótese nula ($p\text{-valor} = 0,011$), ou seja, a Arrecadação Granger-cause o Resultado Nominal. Assim, há uma bicausalidade no sentido Granger quando o Modelo Resultado Nominal – Arrecadação é analisado.

Ainda na Tabela 10, os resultados do Teste de Causalidade Granger - Toda e Yamamoto, para o Modelo Resultado Nominal – Despesas (Res-Desp), mostra uma diferença na comparação com o caso anterior. O Resultado Nominal não Granger-cause as Despesas, visto que a hipótese nula não é rejeitada ($p\text{-valor} = 0,238$), mas as Despesas Granger-causam o Resultado Nominal ($p\text{-valor} = 0,022$). Assim, os testes de causalidade indicam que a política fiscal do Governo Central Brasileiro é conduzida em um regime onde as despesas são o motor principal e rígido dos desequilíbrios fiscais. Já a arrecadação é a ferramenta de ajuste reativa e dinâmica que pode conduzir a sustentabilidade ou mesmo implementar as estratégias de suavização e inclinação

tributária.

Tabela 10 – Teste de Causalidade de Granger - Toda e Yamamoto

Modelo	H_0 : Y não Granger causa X		H_0 : X não Granger causa Y	
	Variável (Y)	Coef. [p-valor]	Variável (X)	Coef. [p-valor]
Res-Arrec	Resultado Nominal	14.083	Arrecadação	16.469
	Granger causa	[0.028]	Granger causa	[0.011]
	Arrecadação		Resultado Nominal	
Res-Desp	Resultado Nominal	5.512	Despesas	11.366
	não Granger causa	[0.238]	Granger causa	[0.022]
	Despesas		Resultado Nominal	

Fonte: STN - Secretaria do Tesouro Nacional.

Nota: P-valores entre colchetes.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa investigou a validade da Hipótese da Suavização Tributária (HST) e a presença de Inclinação Tributária no Brasil, utilizando dados trimestrais entre 1997 e 2024. As variáveis analisadas compreenderam o resultado nominal, a arrecadação e as despesas do governo central. Por meio da estimação de Modelos Autorregressivos de Defasagens Distribuídas lineares (ARDL) e não lineares (NARDL), propôs-se uma análise matemática para fundamentar a análise econométrica das dinâmicas de curto e longo prazos. Os resultados indicaram que a política fiscal atendeu aos requisitos de sustentabilidade e gradualismo, corroborando os pilares básicos da HST. Contudo, identificou-se um comportamento assimétrico na arrecadação, melhor captado pelo modelo NARDL. Essa não linearidade evidenciou a manifestação de Inclinação Tributária, confirmando que o gradualismo da carga tributária no Brasil ocorreu em coexistência com um viés fiscal sistemático.

A modelagem econométrica confirmou, primeiramente, a solidez dos pilares fundamentais da HST no Brasil. A sustentabilidade fiscal foi comprovada pela existência de uma âncora de longo prazo (cointegração) entre arrecadação, despesas e resultado nominal, o que impediu uma trajetória explosiva da dívida. Simultaneamente, o gradualismo foi evidenciado pela análise do Mecanismo de Correção de Erros (ECM). Os coeficientes indicaram que o governo reagiu de forma lenta aos choques de despesa, corrigindo apenas uma pequena fração do desequilíbrio a cada trimestre (cerca de 12%). Essa lentidão confirma a tática de gradualismo da carga, na qual o governo evita impor ajustes abruptos à sociedade, preferindo distribuir o custo fiscal ao longo do tempo.

Adicionalmente, os testes de causalidade revelaram a dinâmica estrutural do orçamento: as despesas atuaram como o componente rígido e exógeno dos desequilíbrios, enquanto a arrecadação funcionou como a variável de ajuste. No entanto, a aplicação do modelo NARDL permitiu qualificar esse ajuste. Detectou-se que a reação da arrecadação não foi neutra, mas sim assimétrica. A resposta do governo a choques que exigiriam poupança (aumento de receitas) mostrou-se distinta da resposta a choques de perda de receita.

Essa assimetria de longo prazo é a evidência empírica da Inclinação Tributária, conforme teorizado por Ghosh. Embora o sistema tenha sido sustentável e gradual, ele operou com um viés fiscal de endividamento. A política fiscal brasileira, portanto, caracterizou-se por uma dualidade: no curto prazo (tática), o governo agiu racionalmente para suavizar flutuações e evitar volatilidade excessiva; no longo prazo (estratégia), houve um deslocamento sistemático do ônus tributário para o futuro, resultando em uma trajetória de dívida superior àquela que seria observada em um cenário perfeitamente simétrico.

Vale ressaltar que, embora as estimações principais apresentem estatísticas robustas e significativas, os testes adicionais realizados com a inclusão de uma variável *dummy* fiscal levantam questões fundamentais para futuras investigações. Observou-se que, ao incluir uma *dummy* fiscal a partir de 2014, ela se mostrou altamente significativa. Dado isso, foi estimado um modelo ARDL alternativo, tendo essa *dummy* como variável exógena. Na sequência, os testes de simetria não rejeitaram a presença de simetria, o que, do ponto de vista desta pesquisa, pode colocar o terceiro pilar referente à inclinação tributária em dúvida. Fica, assim, caracterizada uma indefinição quanto ao terceiro pilar quando tal *dummy* é considerada. Do ponto de vista fiscal, isso não significa que se passe a desconsiderar esse terceiro pilar, mas apenas que a piora fiscal nos últimos anos descaracterizou o processo de inclinação tributária detectado quando esse período específico não foi considerado.

Diante desses achados, conjectura-se que a teoria tradicional da suavização tributária pode ser aprimorada. Os resultados sugerem que a linearidade (simetria) deve ser considerada um terceiro pilar fundamental da HST. A metodologia aqui empregada demonstrou que é possível mensurar o limiar entre a suavização pura e a inclinação, oferecendo métricas sobre a velocidade e a direção dos ajustes fiscais.

Em suma, se a avaliação da política fiscal brasileira fosse realizada sob uma ótica estrita da HST — exigindo perfeita simetria comportamental conforme o modelo clássico de Barro —, rejeitar-se-ia a hipótese de otimalidade plena. Entretanto, sob a ótica ampliada que incorpora a contribuição de Ghosh, conclui-se que o Brasil praticou um gradualismo da carga tributária, porém condicionada à presença de Inclinação Tributária. O governo foi racional em evitar a volatilidade dos impostos, mas o fez tolerando um viés fiscal de acumulação de passivos. Essa compreensão diversificada da realidade fiscal é crucial para o debate contemporâneo, indicando que a busca pela eficiência não depende apenas de regras de sustentabilidade e gradualismo da carga, mas também da correção dos vieses comportamentais que geram assimetrias na gestão pública.

REFERÊNCIAS

- ADLER, J. The Tax-smoothing Hypothesis: Evidence from Sweden, 1952–1999. *The Scandinavian Journal of Economics*, v. 108, n. 1, p. 81–95, 2006. DOI:<https://doi.org/10.1111/j.1467-9442.2006.00442.x>.
- AIYAGARI, S. R.; MARCET, A.; SARGENT, T. J.; SEPPÄLÄ, J. Optimal Taxation without State-Contingent Debt. *Journal of Political Economy*, v. 110, n. 6, p. 1220–1254, 2002. DOI:<https://doi.org/10.1086/343744>.
- ANGYRIDIS, C. Balanced budget vs. Tax smoothing in a small open economy: A welfare comparison. *Journal of Macroeconomics*, v. 31, n. 3, p. 438–463, 2009. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.jmacro.2008.08.003>.
- ANGYRIDIS, C.; MICHELIS, L. Structural breaks, debt limits and the tax smoothing hypothesis: theory and evidence from the OECD countries. *Empirical Economics*, v. 60, n. 18, p. 1283–1307, 2019.
- BALKE, N. S.; FOMBY, T. B. Threshold cointegration. *International Economic Review*, Wiley, v. 38, n. 3, p. 627–645, 1997. DOI:[https://doi.org/10.1016/S0375-9474\(97\)00612-X](https://doi.org/10.1016/S0375-9474(97)00612-X).
- BARRO, R. J. Are Government Bonds Net Wealth? *Journal of Political Economy*, v. 82, n. 6, p. 1095–1117, 1974. DOI:<https://doi.org/10.1086/260266>.
- BARRO, R. J. On the Determination of the Public Debt. *Journal of Political Economy*, v. 87, n. 5, p. 940–71, 1979. DOI:<https://doi.org/10.1086/260807>.
- BELGUITH, S. O.; GABSI, F. B.; MTIBAA, A. Tax smoothing hypothesis: The Tunisian case. *Theoretical Applied Economics*, v. 25, n. 4, p. 169–178, 2018.
- BONZU, S. Fiscal Policy and Optimal Taxation in Sierra Leone: Testing for Tax Smoothing Hypothesis. *International Journal of Economics and Finance*, v. 14, n. 2, p. 61–74, 2022. DOI:<https://doi.org/10.5539/ijef.v14n2p61>.
- BUCHANAN, J. M.; TOLLISON, R. D. *The Theory of Public Choice - II*. [S.l.]: The University of Michigan Press, 2009.
- BUCHANAN, J. M.; WAGNER, R. E. *Democracy in Deficit: The Political Legacy of Lord Keynes*. New York: Academic Press, 1977.
- CAMPBELL, J. Y. Does Saving Anticipate Declining Labor Income? An Alternative Test of the Permanent Income Hypothesis. *NBER Working Papers Series*, n. 1805, 1986.
- CAMPBELL, J. Y.; SHILLER, R. J. Cointegration and Tests of Present Value Models. *Journal of Political Economy*, v. 95, n. 5, p. 1062–1088, 1987. DOI:<https://doi.org/10.1086/261502>.
- CASHIN, P.; HAQUE, N. U.; OLEKALNS, N. Tax smoothing, tax tilting and fiscal sustainability in Pakistan. *Economic Modelling*, v. 20, n. 1, p. 47–67, 2003. DOI:[https://doi.org/10.1016/S0264-9993\(01\)00085-2](https://doi.org/10.1016/S0264-9993(01)00085-2).
- CONGREGADO, E.; GARCÍA, V. E.; PRATS, M. A. Optimal public deficit and tax-smoothing in the Spanish economy, 1850-2022. *EIQ Paper*, n. 184, 2023.

DICKEY, D. A.; FULLER, W. A. Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, v. 74, n. 366a, p. 427–431, 1979.

ENDERS, W. *Applied econometric time series*. 4th. ed. [S.l.]: Wiley, 2015.

ENGLE, R. F.; GRANGER, C. W. J. Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing. *Econometrica*, v. 55, n. 2, p. 251–276, 1987. DOI:<https://doi.org/10.2307/1913236>.

FRIEDMAN, M. *A Theory of the Consumption Function*. Princeton: Princeton University Press, 1957.

FRIEDMAN, M. The Role of Monetary Policy. *American Economic Review*, v. 58, n. 1, p. 1–17, 1968.

GHOSH, A. R. Intertemporal Tax-Smoothing and the Government Budget Surplus: Canada and the United States. *Journal of Money, Credit and Banking*, v. 27, n. 4, p. 1033–1045, 1995. DOI:<https://doi.org/10.2307/2077787>.

GOMES, C.; FISHLOW, A. The New Macroeconomic Matrix and the Great Brazilian Recession. *Challenge*, Taylor Francis, v. 64, n. 2, p. 138–155, 2021. DOI:<https://doi.org/10.1080/05775132.2020.1866906>.

HALL, R. E. Stochastic Implications of the Life Cycle-Permanent Income Hypothesis: Theory and Evidence. *Journal of Political Economy*, v. 86, n. 6, p. 971–987, 1978. DOI:<https://doi.org/10.1086/260724>.

HAMILTON, J. D. *Time series analysis*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1994.

HARVEY, A. C. *The Econometric Analysis of Time Series*. 2nd. ed. Cambridge, MA: MIT Press, 1990.

HUANG, C.-H.; LIN, K. S. Deficits, government expenditures, and tax smoothing in the United States: 1929–1988. *Journal of Monetary Economics*, v. 31, n. 3, p. 317–339, 1993. DOI:[https://doi.org/10.1016/0304-3932\(93\)90051-G](https://doi.org/10.1016/0304-3932(93)90051-G).

JAYAWICKRAMA, A.; ABEYSINGHE, T. The experience of some OECD economies on tax smoothing. *Applied Economics*, v. 45, n. 13, p. 2305–2313, 2013. DOI:<https://doi.org/10.1080/00036846.2012.663472>.

KARAKAS, M.; TURAN, T.; YANIKKAYA, H. A brief analysis of the tax smoothing hypothesis in Turkey. *Transylvanian Review of Administrative Sciences*, v. 10, n. 42, p. 78–93, 2014. DOI:<https://doi.org/10.2298/PAN1404487T>.

KARAKAS, M.; TURAN, T.; YANIKKAYA, H. Tax smoothing hypothesis: A Turkish case. *Panoeconomicus*, v. 61, n. 4, p. 487–501, 2014.

KEYNES, J. M. *Os Economistas: A Teoria Geral do Emprego, do Juro e da Moeda*. [S.l.]: São Paulo: Editora Nova Cultural, 1996.

KWIATKOWSKI, D.; PHILLIPS, P. C.; SCHMIDT, P.; SHIN, Y. Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root. *Journal of Econometrics*, v. 54, n. 1–3, p. 159–178, 1992.

- KYDLAND, F. E.; PRESCOTT, E. C. Rules Rather than Discretion: The Inconsistency of Optimal Plans. *Journal of Political Economy*, v. 85, n. 3, p. 473–491, 1977. DOI:<https://doi.org/10.1086/260580>.
- LUCAS, R. E. J. Econometric policy evaluation: A critique. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, v. 1, p. 19–46, 1976. DOI:[https://doi.org/10.1016/S0167-2231\(76\)80003-6](https://doi.org/10.1016/S0167-2231(76)80003-6).
- MILL, J. S. *Principles of Political Economy with Some of Their Applications to Social Philosophy*. [S.l.]: University of Toronto Press, 1965.
- MIRRLEES, J. A.; DIAMOND, P. A. Optimal Taxation and Public Production I: Production Efficiency. *American Economic Review*, v. 61, n. 1, p. 8–27, 1971.
- MIRRLEES, J. A.; DIAMOND, P. A. Optimal Taxation and Public Production II: Tax Rules. *American Economic Review*, v. 61, n. 3, p. 261–278, 1971.
- MUSGRAVE, R. A. *The Theory of Public Finance: A Study in Public Economy*. [S.l.]: Tata-MacGraw-Hill Book Company, 1959.
- PESARAN, M. H.; SHIN, Y.; SMITH, R. J. Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships. *Journal of Applied Econometrics*, v. 16, n. 3, p. 289–326, 2001. DOI:<https://doi.org/10.1002/jae.616>.
- PHILLIPS, P. C.; PERRON, P. Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, v. 75, n. 2, p. 335–346, 1988. DOI:<https://doi.org/10.1093/biomet/75.2.335>.
- PIGOU, A. C. *The Economics of Welfare*. [S.l.]: Macmillan And Co. Limited, 1932.
- PIGOU, A. C. *A Study in Public Finance*. 3. ed. London: Macmillan, 1947.
- RAMSEY, F. P. A Contribution to the Theory of Taxation. *The Economic Journal*, v. 37, n. 145, p. 47–61, 1927. DOI:<https://doi.org/10.2307/2222721>.
- REITSCHULER, G. Fiscal policy and optimal taxation: evidence from a tax smoothing exercise. *Scottish Journal of Political Economy*, v. 57, n. 2, p. 238–252, 2010.
- REITSCHULER, G. Optimal taxation and budget deficits: Evidence for the EU's New Member. *Economics Bulletin*, v. 31, n. 3, p. 2593–2602, 2011. DOI:<https://doi.org/10.1111/j.1467-9485.2010.00515.x>.
- RICARDO, D. *Os Economistas: Princípios de Economia Política e Tributação*. [S.l.]: São Paulo: Editora Nova Cultural, 1996.
- ROCHA, F. Is There Any Rationale to the Brazilian Fiscal Policy? *Revista Brasileira de Economia*, v. 55, n. 3, p. 315–331, 2001. DOI:<https://doi.org/10.1590/S0034-71402001000300001>.
- ROMER, D. *Advanced Macroeconomics*. [S.l.]: McGraw-Hill Companies, Inc., 2012.
- SHIN, Y.; YU, B.; GREENWOOD-NIMMO, M. Modelling Asymmetric Cointegration and Dynamic Multipliers in a Nonlinear ARDL Framework. *Festschrift in Honor of Peter Schmidt: Econometric Methods and Applications*, Springer, p. 281–314, 2014.

SMITH, A. *Os Economistas: Uma Investigação sobre a Natureza e as Causas da Riqueza das Nações*. [S.l.]: São Paulo: Editora Nova Cultural, 1996.

STRAZICICH, M. C. Does tax smoothing differ by the level of government? Time series evidence from Canada and the United States. *Journal of Macroeconomics*, v. 19, n. 2, p. 305–326, 1997.

STRAZICICH, M. C. International evidence of tax smoothing in a panel of industrial countries. *Applied Economics*, v. 34, n. 18, p. 2325–2331, 2002.
DOI:<https://doi.org/10.1080/00036840210143107>.

TODA, H. Y.; YAMAMOTO, T. Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes. *Journal of Econometrics*, v. 66, n. 1-2, p. 225–250, 1995.
DOI:[https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01616-8](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01616-8).

TONG, H. *Non-linear time series: a dynamical system approach*. Oxford: Oxford University Press, 1990.

TREHAN, B.; WALSH, C. E. Common trends, the government's budget constraint, and revenue smoothing. *Journal of Economic Dynamics and Control*, v. 12, n. 2-3, p. 425–444, 1988.
DOI:[https://doi.org/10.1016/0165-1889\(88\)90048-6](https://doi.org/10.1016/0165-1889(88)90048-6).

TREHAN, B.; WALSH, C. E. Testing intertemporal budget constraints: Theory and applications to US federal budget and current account deficits. *Journal of Money, Credit and Banking*, v. 23, n. 2, p. 206–223, 1991.

ANEXO A – HIPÓTESE DE SUAVIZAÇÃO TRIBUTÁRIA DE BARRO

Para entender a Hipótese de Suavização Tributária, é necessária a demonstração matemática da possibilidade de Equivalência Ricardiana. Para tanto, deve-se investigar as restrições orçamentárias das famílias e do governo, como foi proposto por Barro. Considera-se que os governos operam sobre a seguinte restrição, utilizando a notação e a modelagem desenvolvidas por Romer (2012):

$$\int_{t=0}^{\infty} e^{-R(t)} G(t) dt \leq -D(0) + \int_{t=0}^{\infty} e^{-R(t)} T(t) dt \quad (\text{A.1})$$

Ou seja, o valor presente dos gastos do governo $[\int_{t=0}^{\infty} e^{-R(t)} G(t) dt]$, que resulta do Número de Euler $[e]$ elevado ao negativo de um fator de desconto acumulado $[-R]$ no tempo $[t]$, deve ser menor do que a soma do estoque de dívida no presente $[-D(0)]$ com o valor presente dos tributos $[\int_{t=0}^{\infty} e^{-R(t)} T(t) dt]$. Outra informação importante contida na Equação A.1 é o valor negativo do estoque de dívida no presente; assim, a dívida no modelo não pode ser positiva. Portanto, no limite:

$$\lim_{s \rightarrow \infty} e^{-R(s)} D(s) \leq 0 \quad (\text{A.2})$$

Para satisfazer essa restrição $[-D(0) < 0]$ note que a taxa de juros real tem que ser sempre positiva e que o governo deve estar sempre endividado.

A variação intertemporal da dívida fornece o resultado nominal do governo:

$$\dot{D}(t) = [G(t) - T(t)] + r(t)D(t) \quad (\text{A.3})$$

Assim, o termo $[G(t) - T(t)]$ da Equação A.3 é o resultado primário. Portanto, a restrição orçamentária do governo pode ser expressa de forma a demonstrar que o valor presente dos resultados primários é maior do que a dívida a valor presente.

$$\int_{t=0}^{\infty} e^{-R(t)} [T(t) - G(t)] dt \geq D(0) \quad (\text{A.4})$$

Ao modelar a restrição orçamentária do governo em termos de valores presentes das perpetuidades de despesas e receitas, a análise fica exposta aos efeitos monetários e pode não expressar a real restrição orçamentária. Para contornar esse problema, considere esta equação:

$$\dot{B}(t) = P(t)[G(t) - T(t)] + i(t)P(t)D(t) \quad (\text{A.5})$$

Observe que $[\dot{B}(t)]$, a variação da dívida no tempo corresponde ao conceito de Resultado Nominal utilizado na contabilidade fiscal brasileira (metodologia abaixo da linha). A equação demonstra que essa variação é idêntica à soma do resultado primário $[G(t) - T(t)]$ (ajustado ao nível de preços) com os juros nominais incidentes sobre o estoque da dívida $[i(t)P(t)D(t)]$ (metodologia

acima da linha). Sabe-se pela Equação A.3 que $\dot{D}(t) = [G(t) - T(t)] + r(t)D(t)$ e que juros nominais são a soma do juro real mais a inflação [$i(t) = r(t) + \pi(t)$]; portanto, pode-se reescrever a Equação A.5 como:

$$\dot{B}(t) = P(t)[G(t) - T(t)] + [r(t) + \pi(t)]P(t)D(t) = P(t)[\dot{D}(t) + \pi(t)D(t)] \quad (\text{A.6})$$

Dividindo ambos os lados da Equação A.6 pelo nível de preços [$P(t)$]:

$$\frac{\dot{B}(t)}{P(t)} = \dot{D}(t) + \pi(t)D(t) \quad (\text{A.7})$$

Apresentada a restrição orçamentária por parte do governo, passa-se a demonstrar a possibilidade matemática da Equivalência Ricardiana no âmbito das famílias. Mais especificamente, a restrição orçamentária das famílias é dada por:

$$\int_{t=0}^{\infty} e^{-R(t)} C(t) dt \leq K(0) + D(0) + \int_{t=0}^{\infty} e^{-R(t)} [W(t) - T(t)] dt \quad (\text{A.8})$$

Onde $[C(t)]$, $[K(0)]$, $[D(0)]$, $[W(t)]$ e $[T(t)]$ são, respectivamente, os valores presentes de consumo, capital, títulos de dívida do governo, renda do trabalho e tributos. Assim, o consumo no presente de uma família deve ser, no mínimo, igual à soma do capital, dos títulos de dívida do governo e do valor presente da renda do trabalho, descontados os tributos. Ao separar a integral do termo que demonstra a renda do trabalho disponível $[\int_{t=0}^{\infty} e^{-R(t)} [W(t) - T(t)] dt]$ em duas, obtém-se:

$$\int_{t=0}^{\infty} e^{-R(t)} C(t) dt \leq K(0) + D(0) + \int_{t=0}^{\infty} e^{-R(t)} W(t) dt - \int_{t=0}^{\infty} e^{-R(t)} T(t) dt \quad (\text{A.9})$$

Se o governo cumpre a restrição orçamentária da Equação A.1, isso significa que os termos títulos de dívida do governo $[D(0)]$ mais tributos $[\int_{t=0}^{\infty} e^{-R(t)} T(t) dt]$ são, no mínimo, iguais aos gastos do governo $[\int_{t=0}^{\infty} e^{-R(t)} G(t) dt]$. Portanto, pode-se reescrever a Equação A.9 assim:

$$\int_{t=0}^{\infty} e^{-R(t)} C(t) dt \leq K(0) + \int_{t=0}^{\infty} e^{-R(t)} W(t) dt - \int_{t=0}^{\infty} e^{-R(t)} G(t) dt \quad (\text{A.10})$$

Note que, ao retirar títulos de dívida do governo e tributos, a restrição orçamentária das famílias passa a ser impactada negativamente pelos gastos do governo. Portanto, para as famílias é indiferente, matematicamente, se os gastos do governo são financiados por dívida ou por tributos.

Passa-se à demonstração do Modelo de Suavização Tributária. Barro demonstra que pode haver casos em que o valor das distorções tributárias podem equivaler ao quadrado do valor arrecadado em impostos Romer (2012). Portanto, essa relação não-linear entre tributos e distorções, com as distorções crescendo mais rapidamente, são incentivos para que os governos tentem suavizar a tributação ao longo do tempo. Observe que o custo total das distorções $[C_t]$ em t é modelado como a multiplicação do produto $[Y_t]$ por uma função $[f]$ da razão entre o total de impostos arrecadados $[T_t]$ e o produto $[Y_t]$. Portanto, a forma de $[f]$ é que vai explicar os custos

das distorções, note que a condição modelada para derivada em segunda ordem é $[f''(\cdot) > 0]$, portanto, $[f]$ é convexa.

A condição de convexidade $[f''(\cdot) > 0]$ é crucial: ela implica que o custo marginal das distorções é crescente. Portanto, dois aumentos moderados na alíquota de impostos geram menos distorção total do que um único aumento grande seguido de um período de alíquota baixa. É essa propriedade matemática que justifica economicamente a preferência pela suavização.

$$C_t = Y_t f\left(\frac{T_t}{Y_t}\right), \quad f(0) = 0, \quad f'(0) = 0, \quad f''(\cdot) > 0, \quad (\text{A.11})$$

Dessa forma, o problema do governo é minimizar o valor presente dos custos das distorções tributárias, sujeito à restrição orçamentária. Para facilitar a demonstração desse problema de otimização e a derivação da Equação de Euler, passa-se a adotar a notação em tempo discreto:

$$\min_{T_0, T_1, \dots} \sum_{t=0}^{\infty} \frac{1}{(1+r)^t} Y_t f\left(\frac{T_t}{Y_t}\right) \quad (\text{A.12})$$

Assume-se nesta derivação padrão que a taxa de desconto intertemporal do governo é igual à taxa de juros real da economia. Como veremos adiante no modelo de Ghosh, o relaxamento desta hipótese é o que dá origem à Inclinação Tributária.

Sujeito a:

$$\sum_{t=0}^{\infty} \frac{1}{(1+r)^t} T_t = D_0 + \sum_{t=0}^{\infty} \frac{1}{(1+r)^t} G_t. \quad (\text{A.13})$$

Resolve-se o problema pela abordagem dos argumentos de perturbação para encontrar a Equação de Euler, ou seja, a condição de primeira ordem para a otimização de problemas dinâmicos. Assim, considera-se que o governo reduz os impostos no $[t]$ em uma pequena quantia $[\Delta T]$ e aumenta os impostos no período seguinte em $[(1+r)\Delta T]$, com os impostos em todos os outros períodos inalterados. Observe que essa desoneração de $[T]$ em $[t]$ mantém o valor presente das receitas governamentais constante. Desta forma, se o governo satisfaz a restrição orçamentária em $[t]$, ela mantém-se em $[t+1]$. Portanto, ao otimizar em $[t]$ e $[t+1]$, o impacto marginal da desoneração de tributos em $[t]$ na sua função objetivo deve ser zero. Ou seja, o benefício marginal $[MB]$ e o custo marginal $[CB]$ da desoneração de tributos em $[t]$ devem ser iguais Romer (2012).

O benefício marginal $[MB]$ ocorre em $[t]$, já que a desoneração de tributos implica em redução das distorções tributárias.

$$MB = \frac{1}{(1+r)^t} Y_t f'\left(\frac{T_t}{Y_t}\right) \frac{1}{Y_t} \Delta T = \frac{1}{(1+r)^t} f'\left(\frac{T_t}{Y_t}\right) \Delta T \quad (\text{A.14})$$

O custo marginal $[MC]$ ocorre em $[t+1]$, já que a oneração de tributos implica em aumentos das distorções tributárias.

$$MC = \frac{1}{(1+r)^{t+1}} Y_{t+1} f'\left(\frac{T_{t+1}}{Y_{t+1}}\right) \frac{1}{Y_{t+1}} (1+r) \Delta T = \frac{1}{(1+r)^t} f'\left(\frac{T_{t+1}}{Y_{t+1}}\right) \Delta T \quad (\text{A.15})$$

Para que (A.14) e (A.15) sejam iguais, basta que as condições de primeira ordem, ou seja, as derivadas das funções não-lineares que determinam o custo da distorção tributária em (A.11), sejam iguais em $[t]$ e $[t + 1]$, como na Equação de Euler:

$$f' \left(\frac{T_t}{Y_t} \right) = f' \left(\frac{T_{t+1}}{Y_{t+1}} \right) \quad (\text{A.16})$$

Para tanto, requer que as razões entre o total de impostos arrecadados $[T]$ e o produto $[Y]$ sejam iguais em t e $t + 1$:

$$\frac{T_t}{Y_t} = \frac{T_{t+1}}{Y_{t+1}} \quad (\text{A.17})$$

Portanto, para que a suavização de tributos ocorra, as condições expostas em (A.16) devem ser atendidas. Entretanto, esse processo é incerto. Devido a isso, apresenta-se o Modelo de Suavização Tributária em sua versão com incerteza:

$$f' \left(\frac{T_t}{Y_t} \right) = E_t \left[f' \left(\frac{T_{t+1}}{Y_{t+1}} \right) \right] \quad (\text{A.18})$$

Onde $[E_t(.)]$ denota as expectativas dadas as informações disponíveis no período $[t]$. Esta condição impõe o fato de que é extremamente difícil reformar um sistema tributário com mudanças previsíveis nos custos de distorção marginal da obtenção de receita.

Respeitada a condição de que a função do custo de distorção $[f(.)]$ assume a forma funcional quadrática, então a forma funcional da derivada dessa função $[f'(.)]$ assume a forma funcional linear, o que nos permite reescrever (A.18):

$$f' \left(\frac{T_t}{Y_t} \right) = f' \left(E_t \left[\frac{T_{t+1}}{Y_{t+1}} \right] \right) \quad (\text{A.19})$$

Isso requer que as razões entre o total de impostos arrecadados $[T]$ e o produto $[Y]$ sejam iguais em $[t]$ e $[t + 1]$:

$$\frac{T_t}{Y_t} = E_t \left[\frac{T_{t+1}}{Y_{t+1}} \right] \quad (\text{A.20})$$