

Modelagem Econofísica da Interação entre as Políticas Monetária e Fiscal Moçambicana: Desafios Entrópicos à Oportunidades Eficientes e Sustentáveis

(Opções de Ótima Combinação)

Autor: Quisito Júlio Januário

*Físico com Habilitações em Matemática pela Universidade Púnguè e Pesquisador Independente.
Telefone: +258842341034 ou +258867689430. Endereço electrónico: quisitojuliojanuario@gmail.com*

Maputo, Junho de 2024

Disclaimer: *As opiniões expressas nesta pesquisa são exclusivamente do autor e não reflectem o posicionamento ou apoio do Banco de Moçambique como entidade organizadora das jornadas científicas e/ou das outras entidades.*

SUMÁRIO EXECUTIVO

A presente pesquisa tinha como objectivo principal aplicar os modelos e os métodos da Econofísica baseada numa abordagem entrópica para analisar as interacções entre as políticas monetária e fiscal em Moçambique. Por meio de teste das variáveis estacionárias e teste de causalidade, simulou-se os dados de doze anos (2010–2022). Em seguida, estimou-se os índices entrópicos através da maximização e minimização dos estados das principais variáveis macroeconómicas. Os resultados do estudo revelam que, o núcleo macroeconómico é induzido pela pujança gravitacional observável da política monetária que tem maior dominância devido a influência de alguns indicadores, como, a inflação dos preços das commodities. Esta indução tem sido a Função Impulso Resposta e desafiadora para a política fiscal. Sendo assim, na visão Econofísica baseada com a 3ª lei newtoniana concluiu-se que, em um espaço macroeconómico, as políticas monetária e fiscal são movidas por duas forças que actuam e fazem sentir nos sentidos opostos, onde, a primeira exerce uma força nos mercados financeiros (cambial, capital e monetária) por meio de empréstimos bancários e taxas de juros. E, a força da segunda é reflectida nos mercados de bens e serviços (procura agregada através dos impostos, salários no sector público, produção) permanecendo em movimento interactivo e caótico em todas as direcções e sentidos. Embora o balanço de energia macroeconómica opera na análise entre as duas políticas, os resultados das simulações do teste de sensibilidade das principais variáveis indicam que, existe outros indicadores e outliers que escapam das análises macroeconómicas como electrões que encontram-se no estado excitado, ionizado ou fundamental, e, podem escapar nos níveis do núcleo ou da eletrosfera principal devido ao excesso ou défice de energia (no caso – densidade energético das variáveis macroeconómicas que não são englobados como um todo), porém, essas variáveis também movimentam lentamente o núcleo macroeconómico. Isto não acarreta a reorganização dos agregados da economia, pois, o Banco Central e as autoridades fiscais em Moçambique mantêm a força de atrito nos agregados da macroeconomia no seu lugar. Um pequeno abrandamento, seja de natureza externo ou interno, coloca todas variáveis sob forma de convulsão. E, quando essa convulsão atinge uma certa magnitude "*stress*", o núcleo macroeconómico ao nível nacional move-se de forma violento e súbito. Uma possível causa desse comportamento está aliado ao estado da Densidade de Energia de cada variável macroeconómico, porque coexiste em todos níveis em forma de entrelaçamento macroeconómico que comporta-se como onda quântica dual resultante do eclipse macroeconómico. Para interacções simples a direcção é evidente, e, nos casos mais complexos ou aquelas sobre as quais há maior índice de entropia ou incertezas, torna complexa uma análise puramente analítica, sendo assim, um princípio que serve de guia orientadora é muito útil. A pesquisa sugere que, os intervenientes das duas políticas macroeconómicas, devem adaptar a política monetária adoptada pelo Banco Central, uma vez que a mesma, visa estabilizar a macroeconomia moçambicana independentemente das limitações nas outras políticas, e, por sua vez, o Banco Central ao determinar as suas metas deve garantir a exequividade da realidade macroeconómica.

Palavras – chave: Econofísica, Entropia Macroeconómica, Coordenação Monetária – Fiscal.

LISTA DE ABREVIATURAS

ADBG	African Development Bank Group (Grupo de Banco Africano de Desenvolvimento)
AMB:	Associação Moçambicana de Bancos
BaM:	Base Monetária
BdM:	Banco de Moçambique
BM:	Banco Mundial
BAD:	Banco Africano de Desenvolvimento
BVM:	Bolsa de Valores de Moçambique
Eq:	Equação
IRF:	Impulse Response Function (Função Impulso Resposta)
FMI:	Fundo Monetário Internacional
INE:	Instituto Nacional de Estatística
MIMO:	Mercado Monetário Interbancário de Moçambique
MEF:	Ministério da Economia e Finanças
p.b	pontos básicos
PIB:	Produto Interno Bruto
p.p:	pontos percentuais
Obs.	Observações

1. INTRODUÇÃO

Em muitos países da África, alcançaram a independência no início da década 70 e estendeu-se até ao ano 2002 com Timor-Leste, exceptuando a Etiópia e Libéria. Neste sentido, o crescimento económico vem ganhando passos largos nas últimas duas décadas, e, a implementação das políticas macroeconómicas nessas economias exige tácticas adaptáveis face a qualquer mudança e limitação do mercado por parte dos agentes.

No caso concreto de Moçambique, a Função Impulso Resposta (IRF) em relação às políticas monetária e fiscal ainda é um fio de navalha e desafiadora por parte dos intervenientes do mercado de bens e serviços, bem como nos mercados financeiros. Por se tratar de uma economia emergente e complexa, verifica-se a moldura da política monetária devido as mudanças profundas aliadas a exploração de recursos naturais, flutuações dos preços das *commodities*, a título de exemplo, os de petróleo importado no mercado internacional. Do outro lado, o Banco de Moçambique (BdM) tem criado sinergias estratégicas e cruciais por meio de política monetária não expansiva para controlar ou manter as forças dos atritos cinéticos em alguns indicadores macroeconómicos, como, taxa de juros (MIMO); dígito inflacionário; dívida interna, visto que, a economia moçambicana é diferente dos outros países, isto é vital para a saúde macroeconómica nacional. Uma pequena mudança desse regime resulta numa dominância à política fiscal, porque, os agentes dos dois mercados, interagem mutuamente entre si. Embora os modelos existentes são ideais para análise das interacções entre as políticas macroeconómicas, verifica-se uma persistência de colapsos e soluções económicos, principalmente quando há índices de incertezas ao nível interno ou externo. No entanto, otimizar esses modelos seria uma simplificação, colocando assim, limitação afunilada em um debate científico, olhando a realidade da economia de cada país, para o caso, a de Moçambique.

Em busca das respostas que consolidam a literatura empírica para análise das interacções entre as políticas macroeconómicas e seus impactos, Mantegna e Stanley (2000); De Sousa (2005); Weatherall (2014); Rosser (2021) e Januário (2023) consideram que, em um cosmo científico, a Econofísica – união entre a Física e Economia, pode ser aplicada por muitos investigadores (embora maioritariamente físicos) como recurso ideal para análise dos problemas da economia e finanças, uma vez que se trata de uma ciência emergente e em ascensão que, procura primeiramente, relacionar ou explicar fenómenos económicos com auxílio das técnicas, modelos e ferramentas competentes da Física para o posterior, projectar cenários estratégicos para aplicação prática.

Uma das ferramentas mais prestigiada que a Econofísica recorre para analisar a interacção entre as políticas macroeconómicas e tem trazido soluções concretas é a Entropia, sendo como sob ramo da Física que estuda a desordem de um sistema físico (micro ao macro) de natureza Termodinâmica ou Quântica. Do outro lado, Saucedo (2021) analisa as crises vivenciadas na Argentina em 2001 e na Grécia em 2015 aplicando a mesma ferramenta. Outrossim, as abordagens sobre transformação dos desafios entrópicos em oportunidades sustentáveis na Economia e Finanças, em particular nas políticas macroeconómicas não são recentes, como vem sendo referenciado nos trabalhos de Geogescu-Roegen (1971); Calero (2019) e Jakimowicz (2020).

Da literatura consultada nas economias emergentes como Moçambique, a abordagem desse eixo temático ainda é desconhecida e é nova, embora que recentemente, portanto, 2023, foi publicado o primeiro artigo na AMB sobre a Econofísica, a exploração e o núcleo de aprofundamento dessa área ainda é escasso com défice significativo, uma vez que, em muitas economias dos países desenvolvidos e nos Bancos Centrais, encontram-se num estágio avançado na aplicação prática da Econofísica, não apenas nas teorias e/ou políticas macroeconómicas, mas também na Economia e Finanças no seu todo.

Com essas evidências, torna relevante responder a seguinte questão: ***Quais são as contribuições dos modelos e métodos da Econofísica oriundos da entropia para análise da interacção entre as políticas monetária e fiscal em Moçambique?***

1.1. Objectivo (s)

De forma geral, a pesquisa objectiva aplicar os modelos e os métodos da Econofísica baseada numa abordagem entrópica no estudo da interacção entre as políticas monetária e fiscal em Moçambique. Especificamente pretende-se:

- (i) Analisar as tendências e os impactos da interacção entre as políticas monetária e fiscal na economia moçambicana;
- (ii) Relacionar a interacção entre as políticas monetária e fiscal com analogia da abordagem Econofísica, e, finalmente;
- (iii) Desenvolver os modelos e métodos entrópicos para estimar os cenários e a sensibilidade dos resultados nos ciclos macroeconómicos em diferentes janelas temporais (curto, médio e a longo prazo).

A resposta da pergunta e dos objectivos da pesquisa, torna relevante na medida em que, por um lado, a discussão científica dessa matéria contribua de forma sustentável para (1), Despertar um olhar atencioso a comunidade académica para conduzir estudos similares e aprofundados sobretudo aos impactos das políticas monetária e fiscal à economia moçambicana; (2) Estimular e oferecer o cunho da base científica na condução de estudos sobre a sustentabilidade e estabilidade macroeconómica por meio da Econofísica, e (3), Consolidar a literatura existente de forma que, o Banco Central, sendo como Banco emissor, banqueiro do estado; fiscalizador do sistema de pagamento; consultor do governo; orientador e controlador da política monetária e cambial; gestor das disponibilidades externas; intermediário e supervisor das instituições de créditos e sociedades financeiras, ao definir as estratégias da política monetarista, deve assegurar a exequividade real da economia moçambicana para garantir a solidez e sustentabilidade da política fiscal, porque as abordagens da Econofísica, não vieram eliminar, e, muito menos substituir os métodos e modelos da Economia, mas sim, contribuir e sugerir na reconstrução do pensamento económico com menos riscos, maior precisão, e acima de tudo na aplicação prática da ESG¹ para tomada de decisões assertivas, eficientes e eficazes.

A pesquisa se estrutura, para além desta introdução apresentada, a seguir, são discutidas as evidências teóricas dos impactos das políticas macroeconómicas em relação as ferramentas e modelos da Econofísica. Posteriormente são apresentadas as metodologias para simulação dos dados em jeito de responder os objectivos traçados. Subsequentemente discute-se os resultados com o modelo proposto, e, finalmente são trazidas as conclusões, sugestões e as respectivas recomendações.

¹ ESG – Environmental, Social and Governance (tradução livre: Sustentabilidade, Social e Governança).

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Revisão Teórica

A macroeconomia é catalisador que visa impulsionar o crescimento sustentável nas economias dos países em via de desenvolvimento, bem como nos países desenvolvidos. Este indicador tem como objectivo principal, estudar a economia de um país no seu todo, ou seja, analisa, por exemplo, o comportamento de renda e produtos, taxa de crescimento (PIB), taxa de juros e fiscal, o nível das oscilações dos preços no mercado, as tendências do emprego e desemprego. Para estudar o comportamento dessas variáveis são definidas as políticas adequadas e consistentes com intuito de acompanhar as respectivas evoluções que podem ser fiscal ou monetária, e, a actuação das mesmas não estão desassociadas.

i. Interação entre as políticas monetária e fiscal – contextualização

O estudo da interacção entre as políticas monetárias e fiscal, nos últimos anos, tem sido o centro do debate na macroeconomia ao nível mundial, especificamente nos países onde as economias apresentam maiores índices de incertezas e aquecimentos que resultam em avalanches. Uma vez que na ausência da coordenação pode produzir efeitos contraditórios, anular-se entre si e serem ineficazes com baixos efeitos multiplicadores (eficiência), no lugar de criarem sinergias e complementaridade (Foster & Pettes [2006] e Oliveira [2019]).

Do outro lado, Souza (2016); Machado (2019) e Mihaljek (2021) apontam que, o debate sobre a interacção entre as políticas monetária e fiscal não deve ser tratada de forma isolada, pois, no final de tudo haverá uma influência no funcionamento directo de cada uma, sendo assim, devia ser tratado em conjunto.

No caso específico, as evidências científicas dessa matéria em Moçambique não é clarificada, ou seja, não é levada em consideração aprofundada a abordagem sobre a interacção entre as políticas monetária e fiscal e os seus efeitos na macroeconomia moçambicana, apenas é discutida a aproximação da política monetária ou fiscal e os seus efeitos de forma separada e distanciada. No entanto, os resultados dos relatórios de FMI (2018); ADBG (vários) e BM (vários) recomendam que haja estudos estratégicos e unificantes entre as políticas macroeconómicas em Moçambique, pois, as decisões tomadas por cada uma, directa ou indirectamente, afecta na outra em diferentes contextos.

É evidente frisar que, as duas políticas são consideradas como ecossistema na macroeconomia tendo objectivos e instrumentos diferentes. Por conseguinte, na ausência da coordenação, pode dificultar, por exemplo, investimento no tecido empresarial, estimulação de elevada taxa de juros na banca, consumo, bem como investimento das famílias, tornando assim, um fenómeno fiscal ou inércia inflacionária, e, um estudo que simplifica essa realidade pode induzir os agentes no mercado a tomar decisões inadequadas.

Em posse deste argumento, Molds (2005) e Weatherall (2014) apontam que, as políticas monetária e fiscal são consideradas como dois jogadores da mesma equipa, e na ausência dos modelos que coordena, pode ter efeitos ou consequências devastadoras que induzem às crises, passando assim ser sentido por bilhões das pessoas, não tendo soluções imediatas mesmo com os modelos e cálculos sofisticados. Por exemplo, os gastos das pesquisas universitárias são afectadas, inclusive bolsas de estudos de licenciatura, mestrados e doutorados são cortadas, os bancos comerciais passam a ter uma elevada taxa de juros, falência das pequenas e médias empresas que culmina com a demissão dos trabalhadores, elevados custos dos transportes, aumento das despesas públicas, maior endividamento do governo, restrição de crédito nos Bancos Centrais para reajustar este fenómeno. Entretanto, Herscovici (2005); Rosser (2021) e Mohamed (2022) consideram que, em uma economia com elevado índice de incerteza, o estudo de equilíbrio entre os agentes equaciona e acelera a sustentabilidade económica e estimula o desenvolvimento macroeconómico. Adicionalmente, López & Ramírez (2021) frisam que, nos países desenvolvidos onde as economias são consideradas “*frias*” com menos índices de incertezas, os Bancos Centrais adoptam taxas de juros com referência como instrumento de política, e, nalguns Bancos Centrais, a título de exemplo, a de América Central e das Caraíbas, optam a política monetária, na qual, os bancos comerciais podem contrair empréstimo e depositar taxas de juros em certo período indexado. Em contrapartida, a política fiscal desempenha também um papel crucial nas mesmas taxas nos mercados de bens e serviços. As conclusões dos autores apontam não haver uma indicação clara dos estudos e modelos que abordam sobre efeitos da interacção entre essas duas políticas na macroeconomia da Costa Rica, Guatemala e República Dominicana, apenas são estimados os impactos do financiamento da dívida pública sobre a taxa de juros dependente das variáveis.

Apesar desses e outros estudos mostrarem uma resiliência face as mudanças caóticas entre as variáveis das políticas macroeconómicas (monetária-fiscal), Stiglitz (2017); Holder (2012); Weatherall (2014) e Richiardi (2015) questionam sobre as implicações e as respectivas falhas dos modelos que analisam as tendências macroeconómicas ao nível mundial. Notavelmente, os estudos

empíricos conduzidos pelo Hendry & Muellbauer (n.d) revelam que, o Banco Central da Inglaterra passou por séries de desafios ao implementar apenas a política monetária no período de 1999–2000 baseada com DSEG e ABM. Fica claro que, a necessidade de consolidar os modelos das políticas macroeconómicas, tal como por parte dos físicos, matemáticos, economistas e analistas do mercado não é recente, por mais que a consideração é restrita, como indicam as evidências de Geogescu-Roegen (1971); Fuks (1992); Stiglitz & Gallegati (2011) e Holder (2012). E, recentemente, em muitas economias desenvolvidas, foram publicados estudos que chamam atenção a consolidação das abordagens dos modelos tradicionais na macroeconomia com as abordagens Econofísica, a título de exemplo na Revista da Economia de Oxford, Stanford University Global Economics, Centro de Pesquisa Económico da Índia e no Centro dos Estudos Económicos de Oeste Africana (Lednyov et al. [n.d]; Yakovenko [2016]; Ryu & Lee [2016]; Garlaschelli [2017]; Vines & Wills [2018]).

Portanto, na Tabela 1, foram seleccionados doze modelos utilizados maioritariamente na literatura científica por diversos autores no período de 1996 a 2021. Os resultados indicam que, tal como na economia aberta quanto a fechada, uma autoridade que opta em diversificar as estratégias do seu regime devido aos novos desafios do mercado, pode tornar ineficaz se não for acompanhada com a outra política decorrente do mesmo objectivo na medida em que há reajustes das variáveis, tornando uma economia caótica em todas direcções e sentidos.

Tabela 1 – Síntese dos modelos aplicados na análise da interacção entre as políticas monetária e fiscal

Modelo	Economia/Resultados	Autoridade Reguladora	País	Autor (Ano)
Novo Keynesiano	Aberta/DM	Banco da França	França	Borges (2016)
DSGE e VAR	Aberta/DF e DM	Banco de Japão e da Índia	Japão e Índia	Romer (2013)
BVAR e MS	Aberta/ DF e DM	Banco Central do Brasil	Brasil	Machado (2010)
SAMBA	Aberta/ DF e DM	Banco de Portugal	Portugal	De Souza (2016)
DSGE e MS	Semifechada/DM	Banco da Inglaterra	Inglaterra	Hendry (2011)
VAR	Aberta/DM	Banco de Moçambique	Moçambique	Macane (2019)
VAR e MS	Aberta/DM	Banco de Moçambique	Moçambique	Licussa (2011)
GARCH	Semiaberta/DM e DF	Banco Central da Austrália	Austrália	Simon (1996)
SVAR e SIMBA	Aberta/DM e DF	Banco Central de Venezuela	Venezuela	Maka (2003)
DSGE e VAR	Aberta/DM	Banco de Gana	Gana	Adão (2021)
MQO e ABM	Aberta/DF e DM	Banco Central da Colômbia	Colômbia	Marques (2020)
VAR/MS e VAR	Fechada/DM e DF	Banco Central do Quênia	Quênia	Fialho (2005)
DSGE e VAR	Semiaberta/DM e DM	Banco de Israel	Israel	FMI (2010); FMI
VAR e SVAR	Semifechada/DF e DM	Banco Central dos EUA	EUA	& BM (2019)

Fonte: Elaboração própria, 2024. Base de dados: revisão da literatura.

Obs. DM: Dominância Monetária; DF: Dominância Fiscal

Por seu turno, Westerhoff & Franke (2012); Gallegati & Kirman (2012); Caiani et al. (2016); Calero (2019); Adão et al. (2021) e De Souza et al. (2023) afirmam que, a implementação das políticas nos Bancos Centrais, geralmente recorrem os modelos de VAR, VAR/MS-VAR, VAR/SVAR, DSGE-VAR, desde a função produção ao gasto público com objectivo de acompanhar o nível de riscos das carteiras, bem como dos recursos externos e internos. Por um lado, os resultados desses autores não clarificam a direcção ou sentido onde irão ocorrer as interacções, não só, mas também não são apontados objectos da crítica e as variáveis do sistema como um todo.

Uma questão chave em que os modelos referidos anteriormente não englobam é *Densidade de Energia Macroeconómica (DEM)*². Embora o balanço macroeconómico analisa as tendências das variáveis nas duas políticas, os modelos limitam-se, pois, não distinguem um processo possível do impossível, o que torna evidente recorrer o estudo da *Entropia Macroeconómica*³ em relação ao grau da reversibilidade das variáveis macroeconómicas que podem ser enxergadas como sistemas termodinâmicos ou quânticos apontados por Fuks (1992); Calero (2019) e Pereira (n.d).

ii. *Econofísica versus Macroeconomia*

Devido a maior disponibilidade dos dados nos mercados financeiros, a Física emerge primeiramente para analisar as suas tendências bem como a complexidade dos mercados de acções. A outra razão prende-se na análise dos modelos clássicos, embora que são ideais e sofisticados, os profissionais dessa área questionam sobre as persistências das catástrofes e/ou crises económicas que se verificam em muitos países desenvolvidos, bem como em via de desenvolvimento.

Do ponto de vista inicial, parece não ter enquadramento na economia, onde, um físico analisa os fenómenos descritos anteriormente, ou seja, seria da convicção que, os economistas, estatísticos, analistas financeiros, matemáticos, podem por si, analisar os problemas da economia e finanças, o que está longe da verdade em um cosmo científico. Pois, as contribuições da Física nas outras áreas não são recentes, sendo algumas delas, impulsionaram o desenvolvimento da vida do ser humano, melhorando nas aplicações mais eficientes nos campos das Engenharias, Medicina, Biologia, Química, Radioterapia, Filosofia, Geofísica, Astrofísica, Sociofísica, Arquitectura entre outras.

² *Densidade de Energia Macroeconómica (DEM)* – refere-se a razão das informações disponíveis ou indisponíveis entre as duas políticas por unidade das variáveis que induzem as interacções de curto, médio ou a longo prazo.

³ *Entropia Macroeconómica* pode ser compreendida como o grau de desordem, liberdade, avalanche, magnitude, número das configurações possíveis em que as variáveis do sistema (estado) macroeconómico podem ser encontradas, independentemente da sua evolução.

No campo da Economia, para além das contribuições dos físicos, alguns académicos renomados, como, Nicholas Geogescu-Roegen (economista e matemático), sendo um dos pioneiros que aplicou a Econofísica "*talvez*" de forma indirecta com as suas obras que debruçam sobre aspectos e fenómenos económicos, onde a economia devia cuidar os reflexos da Física e tirar maior proveito para reconstruir e consolidar as suas abordagens aplicando o arcabouço da Econofísica. Uma das obras entusiasmadas é "*A lei da Entropia e os Processos Económicos*" publicada em 1971, onde, o autor convida a todos à enxergar o comportamento das componentes do sistema macroeconómico como se fosse agentes interconectados numa rede ecológica, exemplificado com as leis dos sistemas termodinâmicos (tendência do ciclo económico à alta entropia).

Adam Smith com a sua obra "*As Causas da Riqueza das Nações*" publicada em 1776, as suas abordagens também basearam-se praticamente nas Leis da Gravitação Universal, por onde, recorre as analogias e modelos da Física Clássica para explicar o comportamento da economia de uma nação. Num passado não muito distante onde a Econofísica contribuiu significativamente na Economia e Finanças é na recente crise mundial de 2008, onde, os chamados Físicos de *Wall Street* anteciparam alguns anos antes de se sentir a recessão económica.

Essas e outras evidências que não podem caber citar neste artigo, revelam os factos e avanços significativos da Econofísica nos estudos dos fenómenos Económicos a longa data, pelo que, a economia moçambicana, por não estar numa ilha, sendo emergente, o arcabouço deste jogador pode agregar um valor imprescindível no estudo e projecções das tendências económicas ao nível nacional, para o caso específico, na análise da interacção dos agentes na macroeconomia que será discutida brevemente na revisão empírica em 2.2 deste capítulo.

iii. Entropia macroeconómica e transição de fases

A reconstrução do pensamento económico em relação às políticas macroeconómicas surge pela forma em que os agentes comportam e interagem no mercado de acção, bem como a complexidade do espaço económico. Pela esta razão, os chamados econofísicos, aplicam modelos do campo da Física, para o caso desta pesquisa, modelos entrópicos, sendo ramo da Termodinâmica e Física Quântica, como foi destacada na introdução que, esse eixo temático, estuda a desordem dos sistemas físicos e tem uma vasta aplicação, desde os sistemas das redes de telecomunicações, transacções nas indústrias bancárias, análise das firmas de investimentos nos Bancos Centrais, diversificação das carteiras de investimentos nas empresas, e acima de tudo, análise dos fenómenos

económicos. Então, a entropia passa a desempenhar um papel crucial na compreensão da complexidade do espaço macroeconómico de acordo com as analogias dos três postulados.

Postulado 1

Ao aplicar os modelos existentes, deve-se ter em conta a evolução da entropia do sistema macroeconómico como um todo, isto é, analisar o comportamento das variáveis desde o grau da interacção, energia interna disponível ou indisponível, bem como a magnitude das variáveis, porque em muitos países e Bancos Centrais que optam apenas pela meta inflacionária otimizada, deixam do lado a política fiscal e asseveram que, a mesma, não desempenha um papel muito importante sobre a política monetária, pois, de forma implícita, a dívida pública é solvente, e, a política fiscal tem a capacidade de reajustar os tributos.

Alguns países que optaram apenas por regime monetária, como, Nova Zelândia, Reino Unido, Estados Unidos de América, Canadá, França e Rússia antes da crise mundial, tiveram equilíbrio fiscal significativo, mas para o caso de alguns países da África como, Gana, Moçambique, Namíbia, Burundi e Níger, o mesmo hiato gerou desestabilidade e colapso de déficits nominais, como indicam os resultados dos estudos de Moreira & Júnior (2013) e Mohamed (2022).

Postulado 2

Relativamente as *Cinéticas Macroeconómicas*⁴ é evidente compreender que, existe pontos críticos entre as duas políticas onde interagem com um reflexo sob forma de eclipse macroeconómico⁵, e, em seguida, verifica-se a transição de fases, sendo os efeitos de cada uma, como por exemplo, o impulso da inércia inflacionária, aumento das receitas fiscais, propagam-se como se fosse *Função de Onda Quântica*⁶ com uma força da mesma intensidade nas ambas direcções e sentidos contrários.

É comumente validar essa analogia com as descrições da 3ª lei de Newton, na qual, uma política que implementa novas estratégias ou toma decisões face aos desafios do mercado, passam a ser sentidas na outra com uma força da mesma magnitude quanto a da primeira, porque na

⁴ *Cinéticas Macroeconómicas*: em um espaço económico (tal na economia fechada quanta aberta) podem ser definidas como movimento das partículas (agentes) ou variáveis macroeconómicas com uma certa velocidade e quantidade de energia cinética, na qual, são capazes de modificar, por exemplo, a oferta e demanda, função produção e capital, consumo e valor, inflação, taxa de juros, receitas fiscais, lucro, poupança e PIB. Essa modificação é reflectida devido a Densidade de Energia Macroeconómica ou da Função Impulso Resposta.

⁵ Eclipse macroeconómico ocorre quando a acção da política monetária posiciona-se em frente da política fiscal ou vice-versa, de forma que, a sua sombra (estímulo) é projectada sobre todo núcleo macroeconómico.

⁶ *Função de Onda Quântica* pode ser compreendida como função capaz de descrever um estado quântico (qualquer estado quântico configurável) em um sistema de uma ou mais partículas, e, para essa abordagem – agentes ou variáveis macroeconómicas que contém todas informações das coordenadas/dimensão em um espaço económico.

macroeconomia, não existe força solitária das variáveis ou dos agentes no mercado de acção, o que leva a postular a terceira analogia.

Postulado 3

Devido a complexidade e a multifacetada das variáveis no espaço macroeconómico, existe interdependência das decisões tomadas entre as duas políticas em forma de *Emaranhamento ou Entrelaçamento Quântico*⁷, para o caso dessa pesquisa, pode ser análoga como emaranhamento macroeconómico, onde, uma decisão (acção) fiscal ou monetária pode afectar todas variáveis do sistema, seja elas detectáveis, ocultas ou indistinguíveis.

iv. *Simulações analíticas das interacções entre as variáveis macroeconómicas*

Para simulação dos dados das variáveis entre as políticas monetária e fiscal, geralmente muitos pesquisadores recorrem as equações que podem reajustar taxa de juro real sobre o produto com as componentes da inércia-hiato, por exemplo. Souza (2016) ao analisar a interacção entre as políticas monetária e fiscal brasileira no período pós-plano real, recorreu teste de causalidade com o modelo de Novo Keynesiano para sector externo interpolando o índice C_t - Consumo Composto, G_t - Gasto do Governo e N_t - Horas Trabalhadas. Utilizando a microfusão, obteve a Eq. (1):

$$E_0 \sum_0^{\infty} \beta^t U(C^t, G^t, N^t) \quad (1)$$

Expandindo o fluxo da restrição orçamental com a mesma equação, resulta em Lagrange (2):

$$\int_0^1 P_{H,t}(j) C_{H,t}(j) dj + \int_0^1 P_{i,t}(j) C_{i,t}(j) dj di + E_t Q_{t,t+1} D_{t+1} + T \leq D_t + (1 - \gamma_t) W_t N_t \quad (2)$$

Na base dessa expansão Lagrangiana, foi analisado factor desconto estocástico, taxa nominal de juros, imposto sobre a renda, salário nominal e portefólio nominal. No mesmo exercício, o autor englobou uma função limite de peso relativo em relação a inflação do passado e do futuro através da Eq. (3):

$$\bar{\pi}_{H,t} = \lambda^b \bar{\pi}_{H,t-1} + \lambda^f E_t (\bar{\pi}_{H,t+1}) + k m C_t + \varepsilon_t^\pi \quad (3)$$

⁷ *Emaranhamento ou Entrelaçamento Quântico* é um fenómeno da Mecânica Quântica que permite dois ou mais objectos estejam de alguma forma tão ligados que, um objecto, não possa ser correctamente explicado sem que a sua contraparte seja mencionada, mesmo que os objectos possam estar espacialmente separados por milhões anos-luz. Disponível em: <https://shre.ink/r655>.

Nesta equação, não é estimado o hiato/PIB em relação a inflação, sendo assim, o autor recorreu novamente o teste de estado estacionário Bayesiano através do ajuste de DSGE-VAR para obter raiz unitária da política monetária e fiscal em exercício no Banco Central e do governo no Brasil, dada pela Eq. (4):

$$DLPIB = PIB_t - PIB_{t-1} \Leftrightarrow DDVB_p IB = deb_{t+1} - deb_t \quad (4)$$

Expandindo as interações simples entre as variáveis das duas políticas na mesma equação, López & Ramírez (2021) analisaram os efeitos das políticas macroeconómicas da América Central e República Dominicana simulando os gastos do governo em relação a Função Impulso Resposta, e, ao acrescentar a variável débito total através da Eq. (5), notaram que, será possível empregar os modelos existentes para interações de curto prazo e médio com a função da Eq. (6), no entanto, quando for interações a longo prazo, os modelos não revelam com clareza a Densidade da Energia Total existente na macroeconomia.

$$\hat{d}_t^* = \frac{(1+r_{ss}^*)(1+\rho_{ss})(1+\Delta_{Zss})}{(1+g_{ss}^y)} \left(\hat{d}_{t-1}^* + \hat{l}_t^* (\Delta_{st} - (\bar{\pi} - \pi_t^*)) + \hat{\rho}_t - \hat{g}_t^y - \hat{\pi} \right) + \left(1 - \frac{(1+r_{ss}^*)(1+\rho_{ss})(1+\Delta_{Zss})}{(1+g_{ss}^y)} \right) \hat{b}_t \quad (5)$$

$$\pi_t^* = \left((1 - \phi_{\pi^*}) \bar{\pi}^* \right) + \phi_{\pi^*} \pi_{t-1}^* + \eta_t^{\pi^*} \quad (6)$$

Outras evidências dos resultados foram obtidas pelo Bagnath (2016) e Mohamed (2022) ao estudar a interação entre as variáveis das duas políticas, portanto, monetária e fiscal, estimam o índice da demanda agregada para capturar os desvios anómalas dos impactos das variáveis fiscais influenciadas pela taxa de juro sobre o produto, dada pela resolução analítica da Eq. (7) e Eq. (8):

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 h_{t-1} + \alpha_2 h_{t-1} + \alpha_3 h_{t-3} + [\alpha_4 + \beta \text{eficiencia}_t + \gamma \text{var } \angle \text{fiscal}_t] (i_t + E_t \pi_{t+1}) + u_t \quad (7)$$

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 h_{t-1} + \alpha_2 h_{t-1} + \alpha_3 h_{t-3} + [\alpha_4 + \beta \text{eficiencia}_t + \gamma \text{var } \angle \text{fiscal}_t] (i_t + E_t \pi_{t+1}) + \alpha_5 + \text{var } \angle \text{fiscal}_t + u_t \quad (8)$$

Conjugando as analogias da Eq. (1) a Eq. (8), e, através dos trabalhos acima supracitados é notório que, a maioria dos autores recorrem teste de causalidade entre as variáveis das duas políticas para determinar, por exemplo, fluxo da restrição orçamental, gastos do governo em relação a Função Impulso Resposta, demanda agregada e dos impactos das variáveis fiscais sobre a taxa de juro (MIMO) e do produto. Ou seja, para analisar a interação entre as políticas monetária e fiscal são aplicadas as análises mecânicas que descrevem o comportamento das variáveis macroeconómicas com as seguintes características: ponto de aplicação, direcção, sentido e a intensidade.

Do ponto de vista estreitamente físico, Geogescu-Roegen (1971); Muller (1992); Foster & Pettes (2006) e Saucedo (2021) consideram que, o processo da interação entre as políticas macroeconómicas não é apenas uma simples analogia mecânica, mas sim, uma transformação entrópica e unidireccional, daí que, pode ser cristalizada a consolidação dos modelos macroeconómicos em um ciclo termodinâmico com recursos naturais valiosos de baixa entropia em resíduos sem valor algum que resulta num estado de alta entropia.

Em virtude desse pressuposto, torna relevante destacar que, a abordagem Termodinâmica na análise da interação entre as variáveis macroeconómicas, passa a desempenhar um papel crucial, porque engloba as análises dos efeitos e mudanças de um processo económico na troca de energia entre dois sistemas, no caso concreto, política monetária e fiscal. Para compreender esta relação, foram citadas as duas leis da Termodinâmica que objectiva interpretar os argumentos levantados.

1ª Lei da Termodinâmica: a Energia Interna de um sistema é a soma das energias cinéticas e energias potenciais de todas as partículas que formam esse sistema, ou seja, em sistemas isolados, a energia pode ser transformada em outro tipo, permanecendo constante. Matematicamente pode ser expressa da seguinte maneira: $\Delta Q = \Delta U + W$. Onde: ΔQ – Variação de calor; U – Energia Interna e W – Trabalho.

2ª Lei da Termodinâmica: a entropia total do universo tende ao máximo e nunca diminui, ou por outra, o calor de um sistema isolado pode passar por si mesmo do corpo quente para o corpo frio e nunca em sentido inverso, dada pela expressão matemática: $\Delta S = \frac{\Delta U}{T}$. Onde: ΔS – Variação da entropia do sistema; ΔU – Variação de Energia Interna; T – Temperatura do sistema.

Interpretação Econofísica

O sistema macroeconómico por ser complexo, onde muitos agentes do mercado de bens e serviços e mercados financeiros interagem, a 1ª lei destaca que, não é suficiente resolver analiticamente o comportamento de cada variável porque a Energia Interna do sistema macroeconómico por si própria é constante, independentemente das mudanças de cada política. E, devido à retroalimentação das políticas monetária e fiscal de baixa entropia, a 2ª lei frisa que, a entropia torna altamente colapsante numa economia completamente dependente de recursos naturais, como, o petróleo, carvão, gás natural, impulsionando assim o sistema macroeconómico refém e interdependente.

Conjugando a concepção da literatura teórica, na Tabela 1, por exemplo, os autores recorrem aos modelos mecanicistas para estudar as interações das variáveis macroeconómicas em muitas

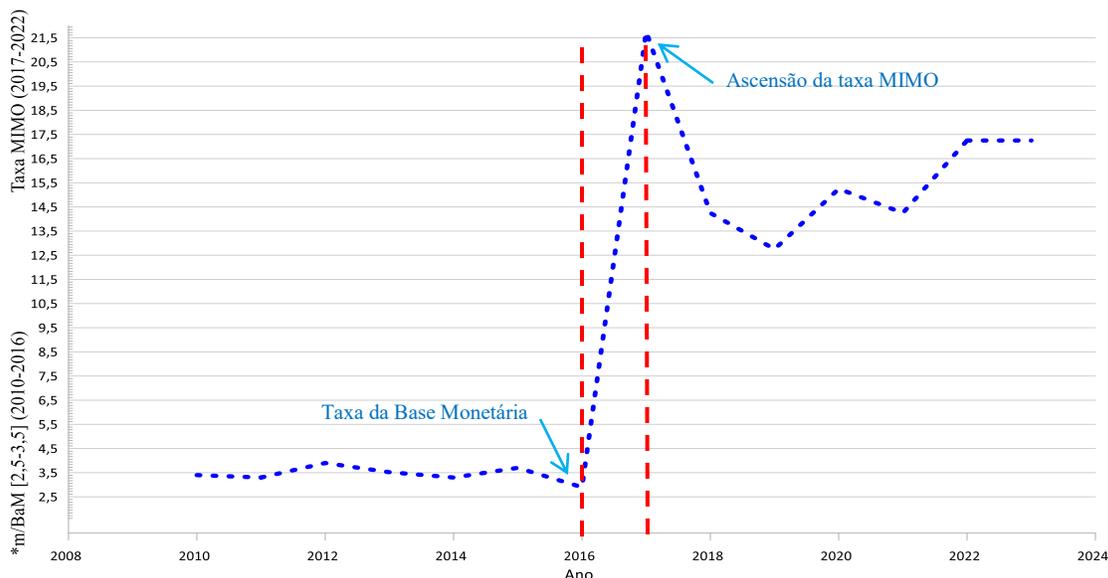
economias mundiais, porém, Fuks (1992); Herscovici (2005); Foster & Pettes (2006) e Jakimowicz (2020) analisam o sistema macroeconómico sob ponto de vista físico baseando com as ideias do Nicholas Geogescu-Roegen, e, por sua vez, consideram que, o estudo de desenvolvimento sustentável e equilibrada nas economias com uma alta entropia deve ser enxergada como fim de cada ciclo caótico que pode ser incerto para auxiliar os modelos existentes, pois, as políticas monetária e fiscal não podem mover-se para sempre sem entrada de recursos e saída de resíduos.

2.2. Revisão Empírica

Moçambique após alcançar a independência em 1975, a economia passou e ainda encontra-se no processo de metamorfose devido a diversificação das estratégias que têm sido implementadas quer por parte do governo ou das outras entidades. Portanto, com a fundação do Banco de Moçambique sob decreto nº 2/75 de 17 de Maio, verifica-se um desempenho equilibrado no que concerne a estabilidade do sistema financeiro, e, em particular, no bem-estar da saúde económica da sociedade moçambicana. Pela experiência vivenciada e na memória recente aliadas aos efeitos de Covid-19 sobre a conjuntura macroeconómica, dívidas não declaradas; desastres naturais (ciclones e cheias), elevados preços dos combustíveis (barril de petróleo, como a crude) no mercado internacional, conflitos entre a Rússia-Ucrânia, as tensões políticas na região norte de Moçambique, concretamente na província de Cabo Delgado, a implementação da Tabela Salarial Única (TSU), abrandamento da procura externa entre outros fenómenos atípicos, muita das vezes, obrigam ao Banco Central a tomar novas decisões da política monetária sob orçamento restritivo ou expansivo que possa acompanhar a realidade do comportamento de cada evento.

Segundo os relatórios do BM (vários) e FMI (vários), indicam que, a actuação dos Bancos Centrais ao nível mundial, particularmente em África à tona da política monetária, tem tido um claro objectivo de controlar a inflação por meio de restrições à oferta monetária, por exemplo. Deste modo, o BdM actua de forma semelhante, tanto quando a economia está em expansão, como quando está em recessão ou mesmo em crise (Moscas & Aiuba [2020, p.15] e Macane & Seixas [2021]). Adicionalmente, os relatórios compilados pelo BdM (vários) no período em epígrafe, revelam que, a taxa de juro relevante é aquela associada à taxa de política monetária do Banco Central e o movimento dessa taxa pode influenciar as demais taxas de mercado. No entanto, para a sua avaliação, geralmente é adoptado o cálculo de *spread* entre a taxa de juro (MIMO) de curto prazo oriundos dos empréstimos bancários com a taxa de juros interbancária *versus* proxy da taxa de política monetária.

Figura 1 – Estimação de *spread* da BaM (2010 – 2016) e Taxa de juros MIMO (2017 – 2022)



Fonte: Elaboração própria, 2024. Base de dados: AMB (vários) e BdM (vários).

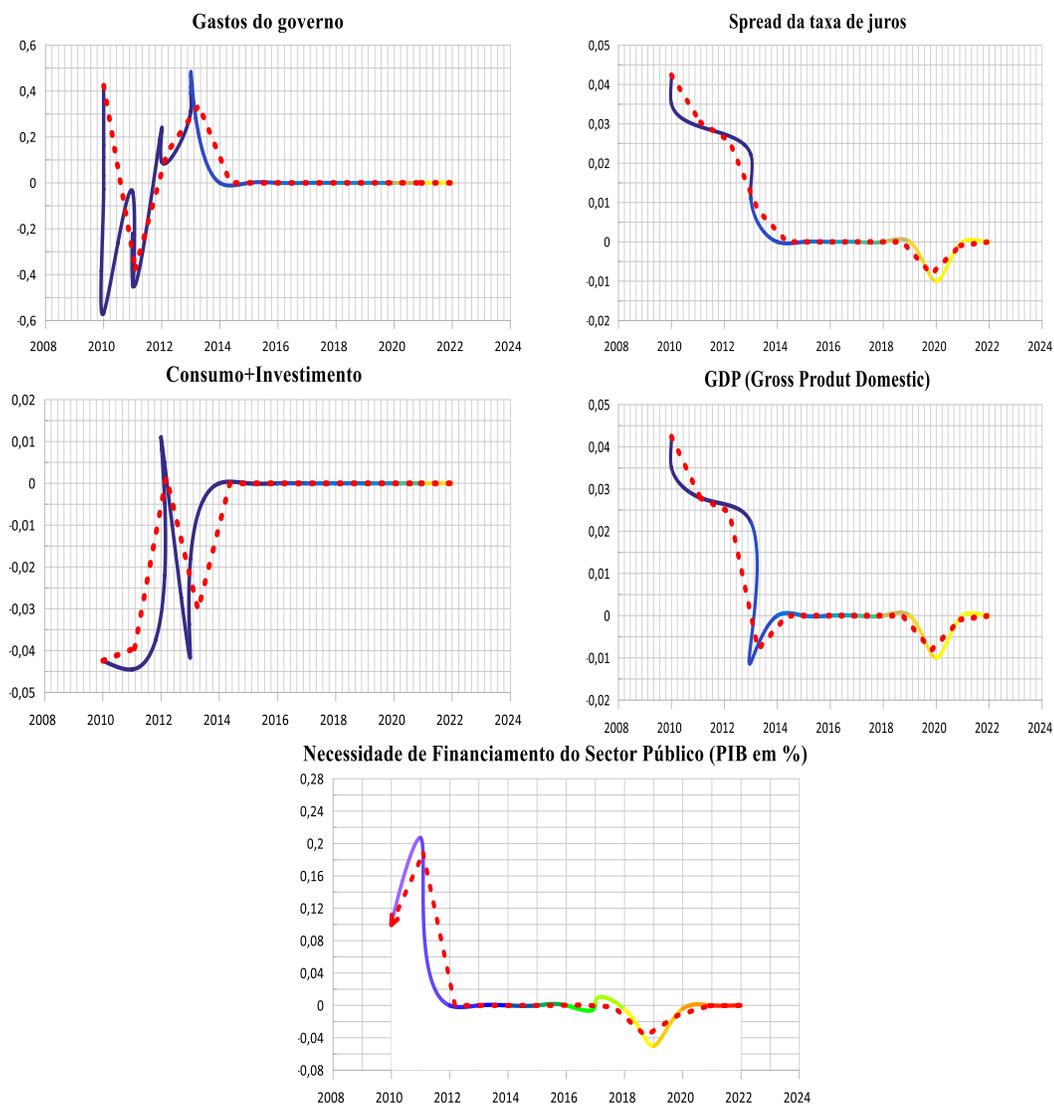
Obs. * m/BaM (Base Monetária) - Instrumento de controlo adoptado pelo BdM (2010-2016). Para simulação dos dados foram estimadas as aproximações das tendências da BaM e Taxa de juros MIMO (ver Tabela 1 nos Apêndices).

Os resultados das simulações ilustradas na Figura 1, mostram claramente que, o BdM, tal como no regime da BaM implementada no período entre (2010–2016) quanto a da taxa de juros interbancária MIMO (2017–2022), o objectivo é preservação da moeda nacional e zelar pelo sistema financeiro, embora, não de forma intencional no controlo da meta inflacionária. Na realidade, estes movimentos no *spread* das taxas de juros dependem de diversas variáveis, incluindo um possível efeito de indicador fiscal. Sendo assim, a taxa de juros do mercado, portanto, taxa política monetária, directa ou indirectamente, irá afectar a transmissão eficiente da política fiscal.

Do ponto de vista empírico, Bredemeier et al. (2015) *apud* López & Ramírez (2021), apontam que, para estudar os possíveis efeitos de choques fiscais na dinâmica de *spread*, pode ser estimado um VAR fiscal, permitindo assim a expansão de choque fiscal sobre taxa de juros de *spread*.

Sendo assim, na Figura 2, foram simuladas as fixações das taxas de juros em relação aos gastos do governo, dividido numa janela temporal semiestruturada de 2010–2022, objectivando assim, identificar algumas interacções entre as políticas monetária e fiscal em Moçambique.

Figura 2 – Resposta aos choques nos gastos do governo estimado por uma aproximação VAR



Fonte: Elaboração própria, 2024. Base de dados: BdM (vários); MEF (vários).

Obs. Todas figuras simuladas indicam a Função Impulso Resposta ao choque de gastos do governo em Moçambique (2010–2022). As pontinhas da linha vermelha foram calculadas no intervalo de confiança inicialmente com 75%.

Apesar do modelo incluir os logaritmos da despesa pública, consumo investimento, PIB real e de *spread* da taxa de juros, não é levada em consideração a energia entrópica das actividades macroeconómicas⁸ como um todo, ou seja, elimina a possibilidade das actividades económicas em relação aos eventos e as incertezas no mercado de bens e serviços, bem como nos mercados financeiros.

⁹ Para López & Ramírez (2021) consideram que, a despesa orçamental é acíclica referente às actividades económicas.

Numa economia com alta entropia e maiores índices de incertezas, como a de Moçambique, as conclusões dos trabalhos de Richiardi (2015); Stiglitz (2017) e Garlaschelli (2017) sugerem que, introduzir um "*hiato-mãe*" ou a Densidade da Energia Macroeconómica referenciada anteriormente é meramente importante, pois, permite por exemplo, capturar os sinais e as tendências da política fiscal (como é o caso dos gastos públicos) numa janela temporal e os reajustos mensais da taxa de juro adoptados pelo BdM. Esta percepção pode impactar positivamente a condução da política monetária e fiscal como um sistema macroeconómico mais sólido, equilibrado e sustentável.

i. Percepção entrópica do estágio actual das políticas macroeconómicas em Moçambique

As decisões das políticas macroeconómicas adoptadas em Moçambique, reasentam cada vez mais na avaliação dos impactos ambientais, sociais, financeiros, e, acima de tudo, na análise da saúde económica ao nível nacional. Como foi referenciada anteriormente que, devido o nível das incertezas e aumento da entropia que se verifica, geralmente pressionam ao BdM em aumentar as taxas de juros, sendo assim, esta pressão afecta quase em todos sectores, quer de natureza privada ou pública. Há que referir por exemplo, nos aumentos dos Coeficientes das Reservas Obrigatórias, quando o BdM adopta a política monetária não expansiva, todo núcleo dos instrumentos da política monetária, passa a ter um aperto para conter as pressões oriundos, por exemplo, da dívida pública, situações climáticas, aumentos dos preços dos combustíveis nos mercados internacionais e conflitos geopolíticos.

Algumas evidências empíricas⁹ indicam a existência do sinal de divergência inconsistente entre as políticas monetária e fiscal em Moçambique, onde, a política monetária de 2018 a 2020, foi recessiva, quando o orçamento era expansivo na busca de salvaguardar a inflação, inclusive o controlo administrativo da oferta monetária por intermédio das taxas de juros. De forma contraditória, o BdM manteve com a política recessiva enquanto o Orçamento do Estado não aumentava as despesas e reduzia o investimento público. Outrossim, os resultados do relatório de FMI (2018) e ADBG (vários) apontam que, em muitos Países da África Subsaariana onde o rendimento é baixo, a política monetária adoptado pelos Bancos Centrais encontram-se na fase de modernização dos seus regimes, a título de exemplo, Quênia, Ruanda, Uganda. Esse estágio visa oferecer de forma gradual, uma concepção perceptível da interacção entre as políticas monetária-fiscal e os seus impactos nos mercados financeiros bem como nos mercados de bens e serviços.

⁹ Ver os trabalhos de Bagnath (2016), Ibraimo (2020); João & Aiuba (2020, p.15); Macane & Seixas (2021) e Mosca (2021).

E, no caso concreto de Moçambique, a adopção da modernização da política monetária em exercício no BdM, teve o seu primeiro estágio em Abril de 2017 nos agregados monetários por via da Taxa de juro da Política Monetária de Referência designada MIMO. Do outro lado, os resultados dos relatórios anuais de FMI (vários); ADBG (vários) e BM vários), revelam que, apesar deste exercício, o BdM, continua a enfrentar desafios na comunicação entre as políticas macroeconómicas, pois, as decisões tomadas pelo Comité da Política Monetária (CPMO) sobre a taxa MIMO e o impacto resultante na inflação futura, na realidade afectado as variáveis da política fiscal. Nesta óptica, Geogescu-Roegen (1971) e Ferreira (2012) consideram que, a concepção de incertezas, dispersão, desordem, surpresa, causalidade, imprevisibilidade, indeterminação, estresse, diversificação, aleatoriedade, turbulência, todos estes termos estão associados ao conceito de entropia por não se conseguir saber qual é o estado exacto em que o sistema das políticas macroeconómicas se encontram. No entanto, a existência desses problemas, muita das vezes, são influenciados por vários factores, como, incoerência na especificação dos modelos que estimam os parâmetros desconhecidos; dados mutuamente inconsistentes ou sem pontos para estimação; modelos sem uma especificação clara na utilização de dados não experimentais; problemas de não enviesamento dos estimadores que leva às soluções instáveis com elevada variância e falta de precisão (Golan et al. [1996]; Anagnoste & Caraianni [2019] e Patra & Hiremath, [2022]).

Diante dessa concepção, e, olhando a realidade, o estudo sobre a evolução da entropia no sistema das políticas macroeconómicas em Moçambique, passa a desempenhar um papel crucial, porque, a sua utilização apresenta inúmeras vantagens quando comparada com as demais abordagens. Cabe citar algumas: (i) clareza e adequação mais ampla à qualquer mudança do regime das políticas macroeconómicas; (ii) permite ajustar os índices anómalos que não sejam lineares; (iii) na ausência de algumas informações das variáveis emaranhadas ou colineares, podem ser estimados os cenários macroeconómicos através da entropia generalizada; (iv) quanto ao teste de robustez, a entropia engloba todos tipos de erros, diferentemente dos outros métodos que recorrem apenas erro específico para cada efeito; (v) enquanto o Método de Mínimo Quadrado (MMQ), por exemplo, assume a eficiência das informações nos mercados com existência de erro independente, os métodos entrópicos consideram que, a presença de incertezas, desvios das informações, não linearidade, correlação das variáveis macroeconómicas e outros *outliers* macroeconómicos, não devem ser tratados apenas com os modelos clássicos perfeitos, pois, existe a Densidade de Entropia Total de cada sistema, independentemente da perda ou ganho de informação.

3. ARQUITETURA METODOLÓGICA

Muitas teorias analíticas e modelos económicos foram concebidos para analisar as tendências das crises económicas ao nível mundial. Na mesma senda, estudos Econofísica e inúmeras evidências¹⁰ também comprovam empiricamente que, o tratamento das crises e das tendências económicas podem-se basear sob análise da evolução entrópica numa economia (aberta ou fechada) com maiores incertezas, não sendo necessariamente empregar muitas equações analíticas o que difere dos outros artigos. Por se tratar de um estudo com escasso material ao nível nacional, as bases para análise e interpretação é a combinação nas abordagens de três áreas da Física: Mecânica Newtoniana, Termodinâmica e a Mecânica Quântica.

3.1. *Estrutura e detalhes do modelo*

Para estimação das variáveis macroeconómicas, muitos pesquisadores recorrem lente de modelos semi-estrutural em uma economia aberta ou fechada, como foi referenciada no Capítulo II¹¹. Geralmente esses modelos incluem equações analíticas para determinar demanda agregada (curva IS); taxa de inflação (curva de Phillip); taxa de política monetária (regra de Taylor); taxa de câmbio real (condicionalismo de UIP), teste de causalidade com uma defasagem (teste de Granger), teste de raiz unitária (ADF), e assim por diante.

A novidade da modelagem Econofísica na questão em estudo reassenta na análise de lente do sistema entrópico bem como a sua evolução através dos seguintes parâmetros: (i) Máxima Entropia (ME)¹²; (ii) Máxima Entropia Generalizada (MEG)¹³ e (iii) Densidade de Energia Interna do sistema macroeconómico propostas pelo Yakovenko (2016); Golan (2002) *apud* Ferreira (2012); Corsetti & Mehl (2019) entre outros. Esses parâmetros têm vantagens comparados com os demais modelos, por simples razões, capacidade de capturar sinais (positivo ou negativo) das variáveis distinguíveis, indistinguíveis e *outliers* independentemente do comportamento de cada evento.

¹⁰ Ver os trabalhos de Nymoen (n.d); Golan (1996); Ferreira (2012); Yakovenko (2016); Corsetti & Mehl (2019) e outros.

¹¹ Ver os detalhes da Tabela 1 na Revisão Teórica.

¹² Máxima Entropia (ME) ou ainda pode ser designada também como Teoria de Informação, Econometria de Informação e Entropia - corresponde ao valor de equilíbrio de qualquer parâmetro interno que maximiza a energia interna de um sistema (Ferreira, 2012 e Lima & Duarte, 2021).

¹³ Máxima Entropia Generalizada (MEG) é um método que não se utiliza pressupostos demasiados estreitos que estão associados aos factos estilizados da economia mesmo que os dados seja finitos/limitados não experimentais, pode levar a sua utilização para estimar os cenários, diferentemente dos métodos tradicionais (Ferreira, 2012).

Para estimar a densidade da energia total do sistema macroeconómico moçambicano, propõem-se duas dimensões das hipóteses heurísticas que envolvem problema de muitos corpos, onde, dois ou mais sistemas de natureza quânticos interagem em forma de emaranhamento, dada pela equação estacionária de Schrödinger, $\hat{H}\psi = E\psi$. Onde, \hat{H} é o operador Hamiltoniana e ψ corresponde a Função de Onda que contém todas informações desejadas do sistema e E é equivalente a energia.

Dimensão da Hipótese 1 (DH1) – Em um espaço económico, a interacção entre as políticas monetária e fiscal em Moçambique é vista como um fenómeno complexo, onde, agentes interagem nos mercados financeiros e nos mercados de bens e serviços. E, a resolução analítica da questão a tona torna complexa, excepto casos em que a correlação da entropia é exclusivamente no hiato dos empréstimos bancários, taxa das receitas fiscais. Sendo assim, as abordagens quânticas, como, estudo da equação independente de tempo; sistema de armazenamento de informação entrópica pode facilitar o reajuste dos pontos de inflexão na qual as duas políticas apresentam maior ou menor densidade de interacção, independentemente dos seus estados quantizados. E, tomando em conta o sistema quântico composto pelas duas políticas¹⁴, pode-se reescrever uma analogia simples de um operador Hamiltoniana H, dada pela Eq. (9) ou Eq. (10).

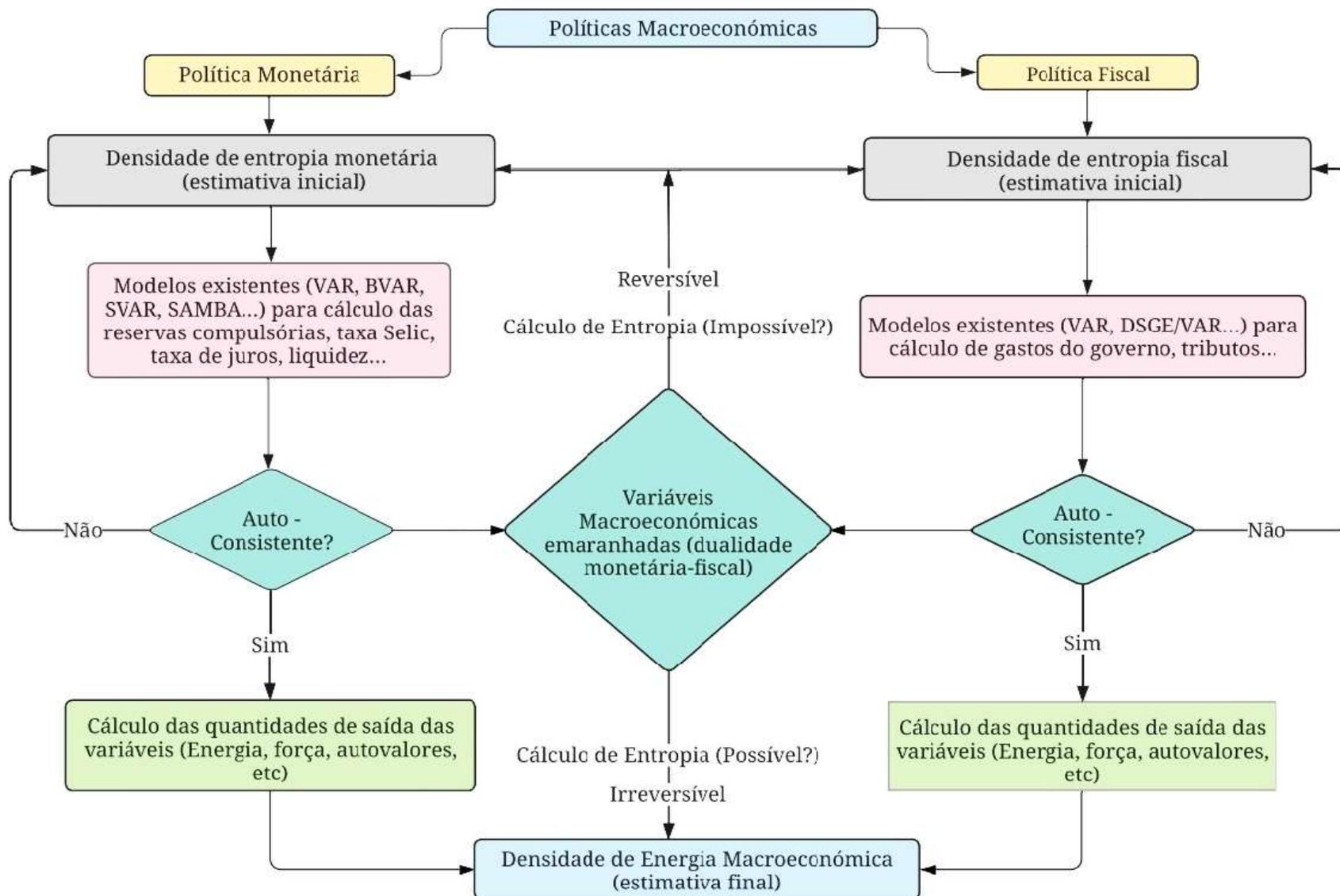
$$\hat{H}_T = \hat{T}_T + \hat{V}_{\xi T} + \hat{V}_{T\xi} + \hat{V}_{\xi\xi} \quad (9)$$

$$\hat{H}_{\langle Total/Local \rangle} = \langle | \langle E_{(Monetária)} \rangle + \langle E_{(Fiscal)} \rangle + \langle E_{(Monetária|Fiscal)} \rangle | \rangle \quad (10)$$

Mesmo com a simplificação dos operadores das variáveis nas ambas políticas, a resolução analítica da questão torna ainda complexa, pois, de forma implícita, não apresenta todas coordenadas do sistema macroeconómico da correlação Hamiltoniana H com a densidade exacta de energia externa oriundo das turbulências e/ou abrandamentos nos mercados externos, a título de exemplo, subida dos preços das *commodities* (crude/barril, cambial entre outros) e conflitos geopolíticos. Para melhor compreensão nesta dimensão, na Figura 3, esboçou-se um algoritmo das interconexões entre as duas políticas objectivando determinar a Densidade de Energia Macroeconómico Total.

¹⁴ Cada política contém todas variáveis em que, de certa forma, quando se adopta um regime para reajustar o comportamento das tendências dos índices das incertezas no mercado, a política monetária ou fiscal é afectada de forma directa ou indirecta nas suas variáveis.

Figura 3 – Representação esquemática do fluxograma da Densidade de Energia Macroeconómica



Fonte: Elaboração própria, 2024

Neste fluxograma, reflecte os conceitos da Física Quântica e os processos de crescimento entrópico, na qual, objectivou-se também modelar o nível da interacção entre os indicadores macroeconómicos em análise. É notável que, a macroeconomia embriona dois instrumentos para sua estabilização, e, devido a implementação de novas estratégias que visam conter nível de estresse no mercado, cada estrutura passa a ter novas decisões com uma tendência de baixa entropia para alta entropia. Isto quer dizer, mudanças em uma variável podem influenciar ou impactar todo o núcleo macroeconómico que passa a reflectir em toda complexidade¹⁵ devido a interdependência das preferências macroeconómicas.

Sendo assim, o modelo proporcionou também estimar a Densidade de Energia Total desse sistema para avaliar os seguintes padrões: densidade entrópica das variáveis monetária e fiscal, possibilidades da reversibilidade do sistema, nível de auto-consistente dos modelos, bem como as quantidades das variáveis envolvidas.

Dimensão da Hipótese 2 (DH2) – Numa interpretação da lógica quântica baseada com as descrições do princípio de incerteza¹⁶, o sistema de interacção entre as variáveis macroeconómicas entrelaçadas coexiste em um estado quântico dual¹⁷, onde, a informação é indeterminada no espaço macroeconómico, e, pode ser determinada através da estimação da ME, MEG e da DEM.

3.2. Estimativa das variáveis com modelo proposto

Os dados da pesquisa referem-se as séries trimestrais de doze anos, portanto, 2010–2022. A escolha deste corte reasenta na disponibilidade das séries referentes à dívida pública.

¹⁵A verdadeira complexidade reside em factores como, o comportamento dos agentes, as características específicas do mercado, a dinâmica macroeconómica e a incorporação dos dados históricos para previsões futuras. Nesta condição, para reajustar empiricamente as variáveis, requer uma interpretação analógica com sistema quantizado em uma sobreposição de estados até que uma medida seja feita, momento em que o sistema colapsa em um estado específico.

¹⁶Considerando que, em um espaço económico, as políticas monetária e fiscal são dois principais instrumentos para estabilização da macroeconomia, então, é conjugável com o princípio de supercordas, onde, uma intersecção das variáveis monetária e fiscal não são mutuamente exclusivas, sendo assim, as análises das interacções sob forma de estados quânticos emaranhados podem ser representadas como novo paradigma para compreender o comportamento das variáveis entrelaçadas que dificultam o melhor desempenho das engrenagens do sistema macroeconómico moçambicano.

¹⁷Na Física Quântica, a luz, apresenta um comportamento duplo, onde, as partículas podem comportar-se como onda e vice-versa. E, as tendências das variáveis macroeconómicas em Moçambique são induzidas as vezes com uma força de alguns componentes macroeconómicos, como, as de recursos naturais e o hiato dívida, passando assim apresentar uma dominância dual: monetária ou fiscal devido o aumento da entropia e das características do próprio sistema económico ao nível nacional.

A sua estimação com modelo proposto, objectiva basicamente englobar a distinção *priori* e *posteriori* entre as variáveis endógenas e exógenas. Sendo assim, a Tabela 2 apresenta algumas variáveis (estimadas em p.p, p.b em logaritmos naturais) em que de certa forma, achou-se indispensável ao estudo.

Tabela 2 – Descrição das variáveis e dos dados

Variável /Forma	Nomenclatura/Descrição	Fonte
[SELIC - Taxa MIMO e MMI/ (%)]	Taxa de juros Over/Selic e taxa <i>prime</i> (a.m)	AMB e BdM
[IPC/ (%)]	Índice Nacional ao Consumidor Amplo (a.m)	INE e MEF
[TCR e INPC/ (log)]	Taxa de Câmbio Real e Taxa Efectivo Real (p.b e p.p: acum. 12 meses em 100 p.b/ano)	AMB e BdM
[NFSPOP e NFSPPRI/ (% PIB) - acum. 12 meses]	Necessidade de Financiamento do Sector Público e Primário	BdM, INE e MEF
[HDVINT e HDIVEXT/ (% PIB)]	Hiato Dívida Interna e Externa no sector público líquido	BdM e MEF
[FPC e FPD/ (log)]	Taxa de juro da Felicidade Permanente de Cedência e dos Depósitos	BdM
[BaM e TRP/ (%)]	Base Monetária e Taxa de Risco País	AMB e BdM

Fonte: Elaboração própria, 2024

Uma vez que as variáveis da Tabela 2 encontram-se no estado da sobreposição quântica¹⁸, o objectivo principal desta secção foi de testar empiricamente a relação funcional através da dedução quali-quantitativa da direcção e causalidade entre as principais variáveis. Esta dedução será baseada também com o índice de crescimento entrópico para estimar a Densidade de Energia Macroeconómica em relação a Função Impulso Resposta. Por razões de clareza e simplicidades, as decomposições das matrizes nas variâncias de D(SELIC), D(IPCA), D(TCR), D(NFSPOPE), DNSPPRI, D(DIVINT), D(DIVEXT), D(INPC), D(FPC), D(FPD) e D(TRP) foram agrupadas em forma do índice do crescimento entrópico e os seus estados (baixo, estável/médio e alto – Tabelas de Apêndice II). Todos gráficos foram simulados com auxílio de *Golden Software Grapher – versão 20.0.2.321*¹⁹.

¹⁸Sobreposição quântica significa que um sistema coexiste parcialmente em todos estados antes de medir.

¹⁹ Disponível em: < <https://mysoftwarefree.com> >.

4. SIMULAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados da pesquisa baseada com as descrições que foram apontadas nas secções anteriores, e, a estimação da modelagem Econofísica ora proposta, ocorre em duas etapas. Em primeiro lugar, simula-se teste de interferência entre as variáveis das políticas monetária e fiscal objectivando identificar o nível da Energia Interna Macroeconómica disponível ou indisponível, bem como a tendência da entropia do sistema monetária e fiscal. Uma vez que as duas políticas não podem ser tratadas de forma isolada, mas sim como um sistema com variáveis entrelaçadas, na segunda etapa, é inferida a estimação da Densidade de Energia Macroeconómica Global que visa incorporar *outliers* ocultas ou indistinguíveis em que, de certa forma, pode influenciar um possível choque ao sistema macroeconómico moçambicano.

O facto de englobar a entropia macroeconómica, princípio da dualidade e entrelaçamento quântico no estudo da interacção entre as políticas monetária e fiscal, justifica-se pela tentativa de buscar os métodos ou as descrições universais com clareza que sirvam como opções de óptima combinações quando se toma decisão em ambas partes, pois, a economia moçambicana, não está numa ilha e muito menos imune para escapar das vulnerabilidades ao nível local e/ou global.

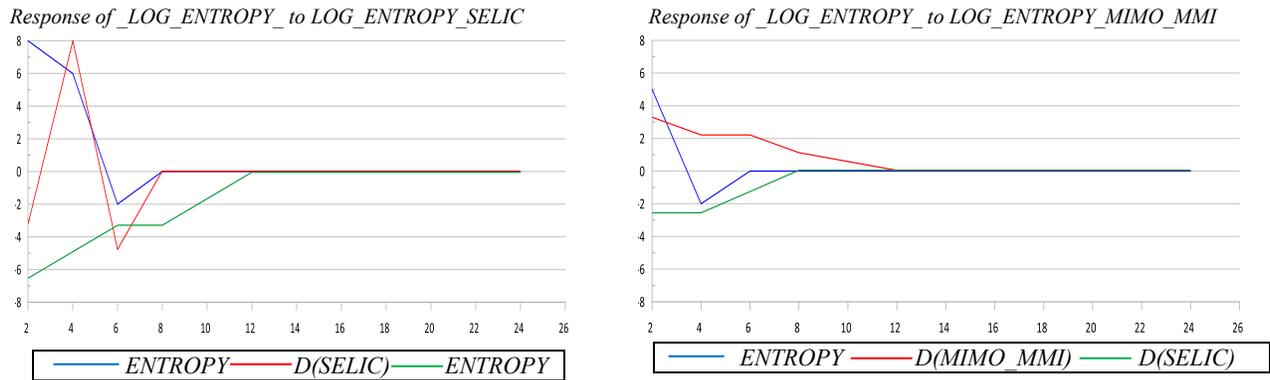
4.1. Estimação dos resultados e análise do teste de sensibilidade

Nesta secção foram simuladas as variáveis com intuito de detectar as interferências dos estímulos dos coeficientes das variáveis monetária-fiscal. Para tal, determinou-se o estímulo das taxas em vigor: índice de entropia (máximo/mínimo) e variável monetária (taxa SELIC) e taxa de juro MIMO_MMI, ambos adoptados pelo Banco Central.

Os resultados simulados na Figura 4 corroboram com estudos conduzidos pelo Anagnoste & Caraiani (2019), Ferreira (2012) e Lima & Duarte (2021), onde, a Função Impulso Resposta de SELIC em relação ao índice de entropia, indica uma interferência significativo em toda cadeia dos mercados financeiros e nos mercados de bens e serviços, pois, pela sua característica, a determinação depende de muitas variáveis. Relativamente a taxa MIMO adoptado pelo Banco Central, os resultados indicam que, devido aos maiores índices de incertezas, situações climatéricas, geopolíticas (externo e interno), o seu reajusto afectou as demais taxas da política monetária que resultou também uma possível avalanche nas variáveis da política fiscal, pois, existe uma correlação

muito forte em todas variáveis macroeconômicas ao nível nacional. Diante disso, o teste de maximização e minimização de entropia mostrou sinal positivo na captura do comportamento, apesar da maior inclinação da curva de SELIC ter maior impacto em todas variáveis (M2 a M8).

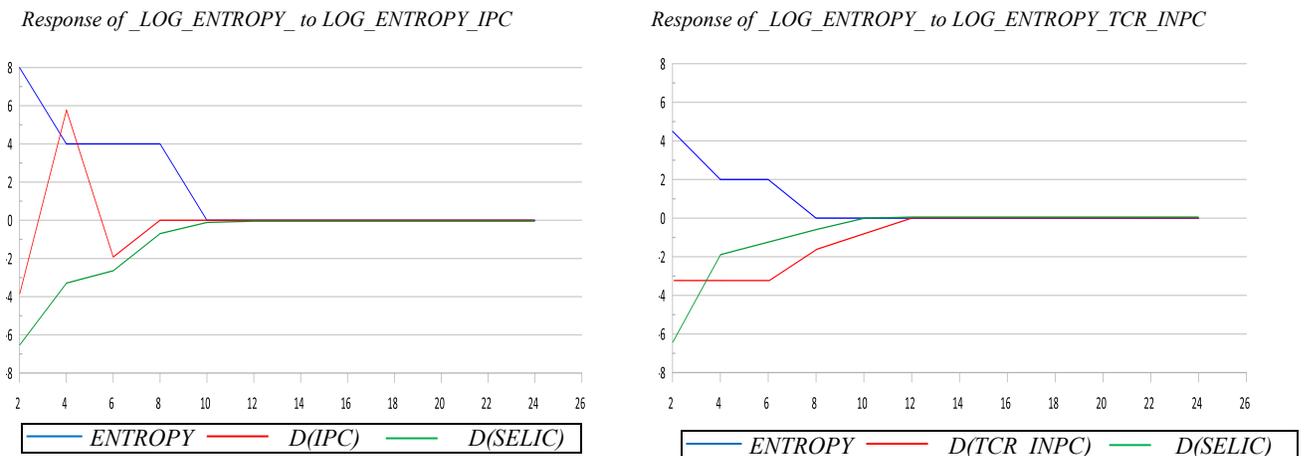
Figura 4: Estimação da Função Impulso Resposta em relação ao teste de maximização e minimização do índice de entropia (SELIC e MIMO_MMI)



Fonte: Elaboração própria, 2024

Em relação ao Índice de Preço de Consumidor (IPC) e o Índice Nacional de Preço ao Consumidor (INPC) nos mercados de bens e serviços, os resultados da pesquisa indicam não haver uma interferência muito significativo em relação ao índice de entropia (Figura 5), pois, a inflação mostrou desvio normal devido os reajustos adoptados pelo Banco Central e o governo.

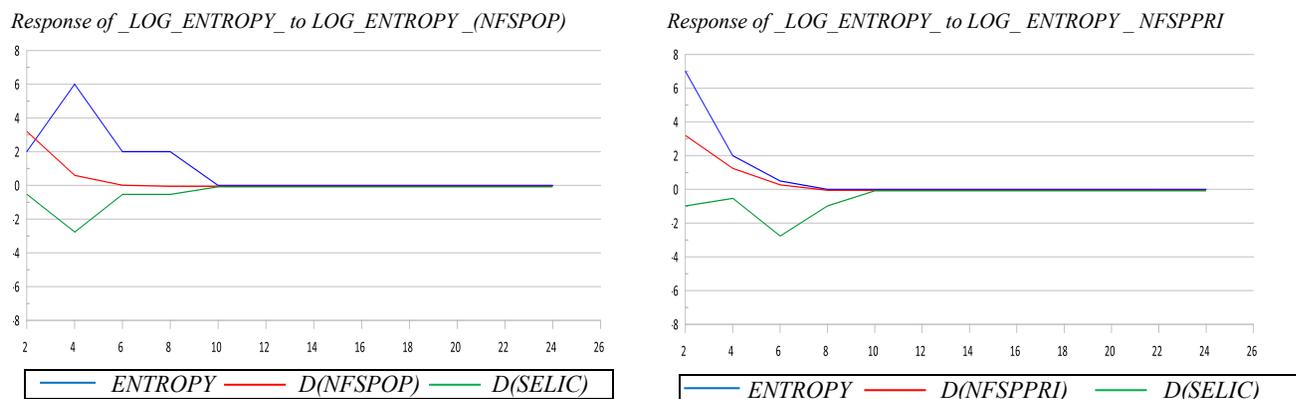
Figura 5: Estimação da Função Impulso Resposta em relação ao teste de maximização e minimização do índice de entropia (IPC e TCR_INPC)



Fonte: Elaboração própria, 2024

Os resultados do teste de sensibilidade para NFSPOP e orçamento primário NFSPPRI ilustradas na Figura 6, indicam que, o índice de entropia para SELIC apresentou um choque não significativo da decomposição nas variáveis da política monetária, razão pela qual, facilmente são capturados os seus desvios (M2 a M24).

Figura 6: Estimação da Função Impulso Resposta em relação ao teste de maximização e minimização do índice de entropia (NFSPOP e NFSPPRI)



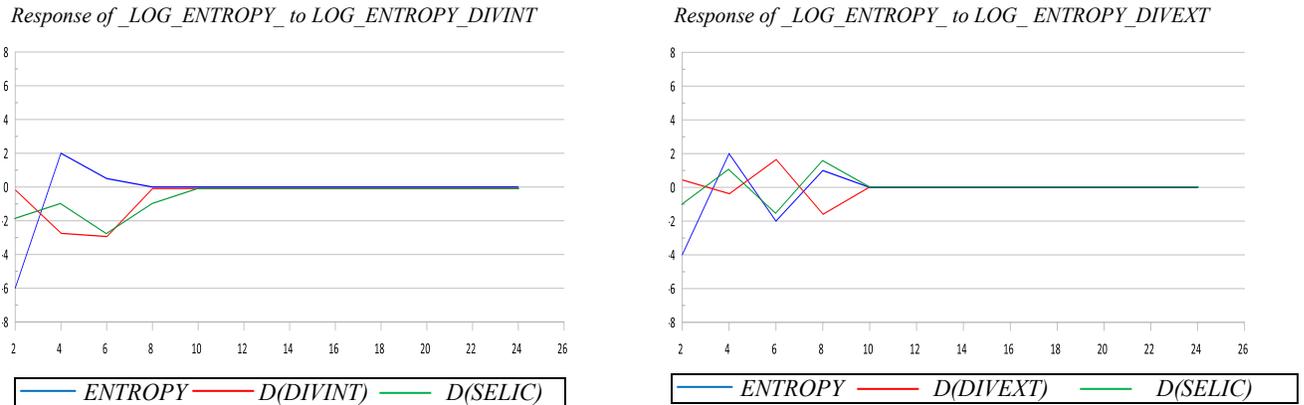
Fonte: Elaboração própria, 2024

Para o nível de endividamento (interno e externo) oriundo da política fiscal ora simulado na Figura 7 (M2 a M10), indica que o índice de entropia interfere directamente na política monetária, onde, o Banco Central é obrigado a tomar decisões e reajustos imediatamente para conter esta situação. Esta decisão, passa a ser sentida em toda segmentação dos mercados financeiros (exemplo, elevada ou baixa taxa de juros MIMO_MMI reajustada trimestralmente).

A simulação por método entrópico, mostra claramente que, independentemente da política fiscal aparentar ser livre do hiato dívida, o nível de crescimento da entropia (M10 a M24) em todas variáveis macroeconómicas continua ser irreversível devido a interferência da taxa SELIC. Empiricamente quer dizer, a dívida afecta de forma directa ou indirectamente nos mercados financeiros e em toda segmentação do mercado de bens e serviços, porque existe outras variáveis correlacionadas e indetectáveis que induzem o maior endividamento por parte da entidade fiscal. Esses resultados também foram obtidos estatisticamente pelo Patra & Hiremath (2022), onde, a atuação da política monetária afecta a estrutura de choque fiscal o que pode evidenciar uma pressão ou uma possível choque entrópica das taxas de juros de natureza spread adoptados pelos Bancos Centrais.

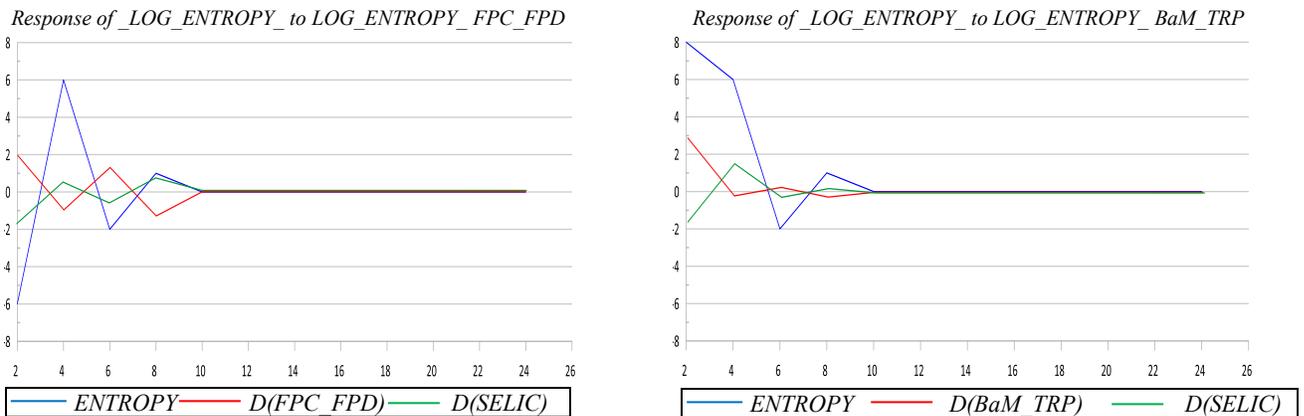
Em outras palavras, o hiato dívida (DIVINT_DIVEXT) relacionada aos gastos do governo afecta os bancos comerciais, porque estão entrelaçadas em uma rede globalizada de dívidas e de empréstimos em um período indexado, e, qualquer anomalia local ou externa pode induzir para um estímulo de elevadas taxas de juros (M2 a M10).

Figura 7: Estimação da Função Impulso Resposta em relação ao teste de maximização e minimização do índice de entropia (DIVINT e DIVEXT)



Fonte: Elaboração própria, 2024

Figura 8: Estimação da Função Impulso Resposta em relação ao teste de maximização e minimização do índice de entropia (FPC_FPD e BaM_TRP)



Fonte: Elaboração própria, 2024

Finalmente, os resultados simulados para FPC_FPD indicam um desempenho significativo da taxa permanente dos depósitos em relação aos reajustos da BaM (M10 a M24) da Figura 8. Isto quer dizer, as taxas otimizadas e depositadas pelos bancos comerciais em relação a liquidez mantiveram com um desempenho equilibrado devido as decisões tomadas pelo Banco Central, apesar da taxa da BaM de 2010 a 2016 oscilava no intervalo de confiança de 3,5% e a taxa MIMO com um

incremento máximo de 21,75% no segundo trimestre de 2017 e mínimo de 17,25% no último trimestre de 2022 (vide Figura 1 na Revisão Empírica e Tabela 1 nos Apêndices).

Em resumo, o estudo da revisão da literatura teórica aponta que, a macroeconomia é catalisador que visa impulsionar o crescimento e estabilidade económico. E, para estudar este crescimento, geralmente são definidas as políticas macroeconómicas que podem ser monetária e fiscal. Do outro lado, em um espaço económico as variáveis (agentes) desses instrumentos não estão desassociadas nos mercados financeiros e nos mercados de bens e serviços, razão pela qual, não podem ser tratadas de forma isoladas, porque, directa ou indirectamente, as decisões tomadas por cada uma, pode afectar a outra, sendo que os efeitos fazem-se sentir no mesmo sentidos e direcção contrária, resultando assim em avalanche ou cao que, mesmo com os cálculos ou modelos sofisticados, podem não ter soluções imediatas.

No mesmo contexto, constatou-se que, apesar de muitos estudos mostrar uma resiliência face aos desafios das decisões tomadas por cada política, seja ela de dominância fiscal ou monetária, verifica-se uma persistência das catástrofes e crises económicas nos países desenvolvidos bem como em via de desenvolvimento. Esta razão atizou aos académicos do campo de Física em debater os fenómenos económicos através do campo designada Econofísica (união entre a Física e Economia) com auxílio dos métodos ou modelos apropriados que possam auxiliar ou consolidar as abordagens existentes. Um desses métodos que vem ganhando espaço e sucesso é o estudo da evolução de Entropia de um sistema macroeconómico.

Diante desse pressuposto, uma visão de estudo duma economia com alta entropia e sujeita às interconexões das variáveis macroeconómicas pode ser análoga com as três áreas da Física: Mecânica Clássica (estudo da força de acção-reacção entre as duas políticas), Termodinâmica (estudo do grau de irreversibilidade entrópico) e Mecânica Quântica, onde, os agentes entrelaçam-se infinitamente nos mercados financeiros e nos mercados de bens e serviços com um comportamento dual devido a forte correlação do índice de entropia (incertezas, desinformação por parte dos agentes, dispersão, desordem, surpresa, causalidade, imprevisibilidade, indeterminação, estresse do mercado, diversificação das decisões monetária ou fiscal, aleatoriedade e turbulência).

Os resultados da literatura empírica indicam que, Moçambique após alcançar a independência em 1975, a economia ainda encontra-se no estágio ou processo de mutação devido as estratégias que tem sido implementadas por parte do governo ou das outras entidades. Com a fundação do

Banco Central sob decreto nº 2/75 de 17 de Maio, o desempenho macroeconómico mostra sinal de robustez. Do outro lado, as decisões implementadas pela essa entidade (implementação da taxa de juros de spread), afecta de forma directa ou indirectamente a política fiscal, porque os agregados das duas políticas interagem mutuamente.

Adicionalmente, as decisões tomadas pela entidade fiscal também afectam a política monetária. Por exemplo, as pressões inflacionárias, endividamentos (externo ou interno), gastos públicos, consumo e investimento, necessidade de financiamento no sector público, afecta a entidade monetarista que reflecte na restrição de crédito no Banco Central, pois, o Banco Central é considerado como banco emissor, banqueiro do estado, fiscalizador do sistema de pagamento, consultor do governo, gestor das disponibilidades externas; intermediário e supervisor das instituições de créditos e sociedades financeiras.

Diante dessa análise e sob ponto de vista Econofísico, constatou-se que, devido a quantidade de informação de baixa para alta energia em que cada variável contém, a macroeconomia tende a ganhar outros estados inesperados. Uma das razões para essa tendência pode estar aliada a densidade dos estados entrópicos das outras variáveis indetectável (electrões que escapam no núcleo ou da eletrosfera principal devido ao excesso ou défice de energia), na qual, haverá divergência dos estados energéticos (uma política pode implementar estratégias para ganhar estabilidade energético sem que haja uma concordância).

Para uma possível sugestão dessa *outlie*, deve ser estimada a energia local das variáveis conhecidas que impacta o crescimento macroeconómico com um possível erro, seja de natureza interna ou externa em ambas entidades, portanto monetária e fiscal. E para estimação deve-se basear com o hiato em que o Banco de Moçambique estima trimestralmente (taxa MIMO) com um estado de entropia em que pode surpreender ou abrandar o sistema macroeconómico ao nível nacional, independentemente da força de concorrência que actua entre as duas políticas.

4.2. Estimação dos cenários nos ciclos macroeconómicos com modelo proposto e suas implicações sobre a conjuntura da macroeconomia moçambicana

Como foi destacada anteriormente que, o comportamento da macroeconomia moçambicana tende a alta entropia, embora que aparenta as vezes ter uma tendência de crescimento optimista em um certo período. Essa característica é impulsionada pelas variáveis das políticas monetária e fiscal que estão entrelaçadas em estados fortemente correlacionadas no mercado de acção.

Entretanto, sob ponto de vista estreitamente da mecânica clássica pode-se afirmar que, as variáveis macroeconómicas movimentam lentamente. Isto não acarreta a reorganização dos agregados da economia, pois, o Banco Central e as autoridades fiscais em Moçambique mantêm as forças dos atritos de todos componentes macroeconómicos nos seus lugares. Porém, um pequeno abrandamento seja ele externo ou interno, coloca todas variáveis sob forma de "*convulsão*". Outrossim, essa "*convulsão*" pode atingir uma certa magnitude, e, o núcleo macroeconómico ao nível nacional moverá de forma súbito e violento, como consequência disso, os mercados financeiros são atingidos sob forma de restrição de crédito no Banco Central, elevada taxa de juros que faz-se sentir nos bancos comerciais. E, nos mercados de bens e serviços haverá uma elevada taxa de impostos fiscais, maior endividamento (interno ou externo), por exemplo. Outrossim, na macroeconomia não existe força solitária, segundo as descrições da mecânica newtoniana, portanto, a 3ª lei de Newton (par de acção-reacção), então, denota-se a coexistência da densidade de energia macroeconómica que corresponde a razão de todas informações disponíveis ou indisponíveis entre as duas políticas por unidade das variáveis que induzem as interacções de curto, médio ou a longo prazo.

E, por se tratar duma economia que tende alta entropia, isto é, economia subjacente a elevados índices de incertezas, dispersão das informações, grau de desordem, causalidade, indeterminação, estresse do mercado, diversificação das decisões, turbulência entre outros fenómenos atípicos, simulou-se os estados das densidades macroeconómicas em relação a evolução dessa entropia bem como as taxas implementadas no mercado, seja de natureza monetária ou fiscal. Ainda nesta ambiguidade, foram também dimensionados e estimados os três cenários: curto, médio e longo prazo que correspondem ao número total das observações (detectáveis e ocultas), uma vez que, a macroeconomia tende à alta entropia²⁰. Em um espaço económico, as simulações do cenário I

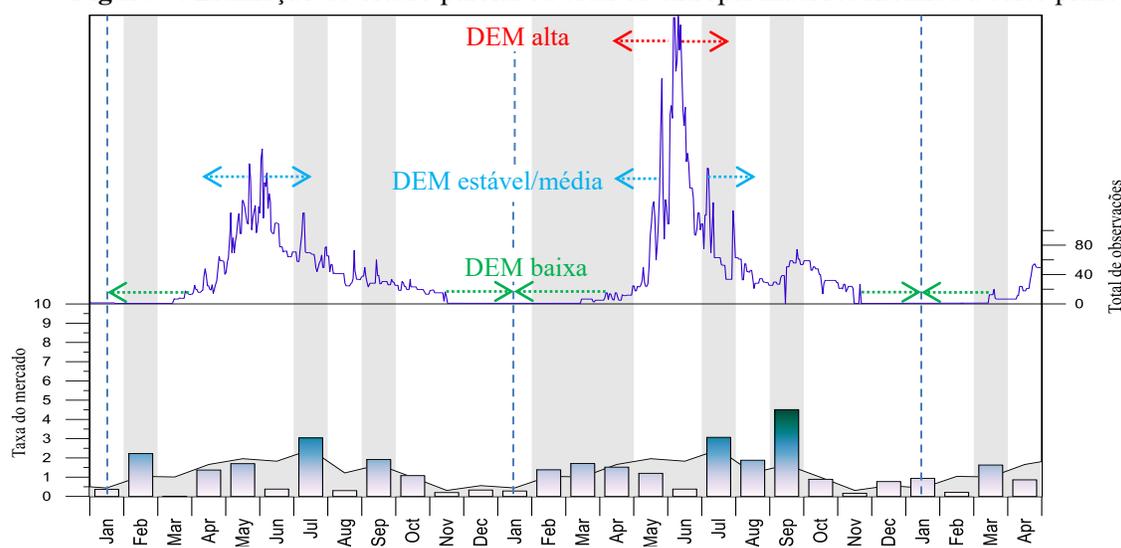
²⁰ Ver as analogias do Postulado 2 e 3 conjugado com as interpretações Econofísica da 1ª e 2ª lei da Termodinâmica.

(Figura 9) indicam que, quando o número das observações for de pequena dimensão, a Densidade de Energia Macroeconómica (DEM) é sentida quase em todos níveis (baixo, médio e alto). Diante desta vulnerabilidade, o Banco Central e as autoridades fiscais, agem imediatamente por meio da restrição de crédito bancário, reajustos das taxas de juros de spread e estimulação ou reajustes das taxas fiscais para acompanhar todas as incertezas a curto prazo.

Como sugestões, o Banco Central e as autoridades fiscais, primeiramente, devem garantir e determinar, de forma gradual, os melhores canais de transmissão com clareza, fidelidade, coeso e consistente, ciente que, todas variáveis coexiste em todos estados com uma densidade de energia macroeconómica, não só, mas também encontram-se sob forma de sobreposição quântica que afectam as metas de inflação através das decisões tomadas trimestralmente por trata-se de um processo entrópico com estados irreversíveis. Segundo, o BdM, ao determinar s suas metas inflacionárias, deve ter uma precaução, pois, a política fiscal tem as suas metas e os seus objectivos que podem afectar todo o núcleo da política monetária devido a forte correlação entre as variáveis entrelaçadas. E por último, quando implementa-se novo regime que acompanha o crescimento entrópico da macroeconomia moçambicana, o BdM deve ensinar os agregados do mercado (bancos comerciais e outros agregados) sobre as suas metas multidimensionais, bem como as estratégias que possam, possivelmente, assegurar os índices de incertezas de origem natural, geopolítico interno ou externo.

Cenário I

Figura 9: Estimação do estado parcial ou total da entropia macroeconómica a curto prazo



Fonte: Elaboração própria, 2024

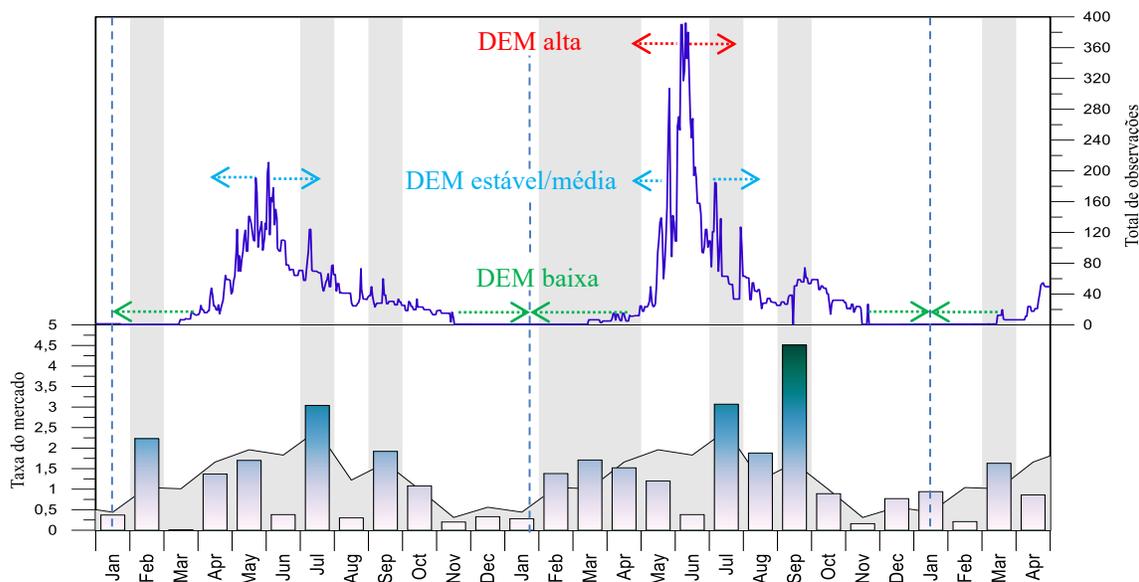
Obs. DEM-Densidade de Energia Macroeconómica.

Relativamente ao segundo cenário simulado na Figura 10, mostra claramente que, a janela temporal das observações em relação aos índices entrópicos a médio prazo, aparenta acompanhar com clareza a DEM, independentemente das taxas em que o Banco Central e as autoridades fiscais adoptam. Neste sentido, a pesquisa sugere que, o BdM deve estimar os estados das variáveis entrelaçadas através das simulações do crescimento entrópico do passado e do futuro bem como análise do grau de reversibilidade dos eventos que possam convulsionar o sistema macroeconómico ao nível nacional, e, adicionalmente, o BdM deve ainda garantir que, os agentes entrelaçadas em toda segmentação da banca moçambicana tenham um investimento sólido, robusto, saudável e com clareza por meio das comunicações realizadas pelo CPMO.

Do outro lado, a autoridade fiscal deve potencializar e estimular o maior investimento no sector público e privado através de alargamento e diminuição das taxas fiscais, reduzir e determinar o melhor posicionamento exequível do nível de endividamento interno e externo, garantir o financiamento ao sector público e privado (como as PEMs) de forma permanente para que a economia não entre em colapso e em crise, independentemente do nível de estresse que o núcleo macroeconómico se encontra, porque a economia moçambicana tende a uma alta entropia.

Cenário II

Figura 10: Estimação do estado parcial ou total da entropia macroeconómica a médio prazo



Fonte: Elaboração própria, 2024

Obs. DEM: Densidade de Energia Macroeconómica

Finalmente, simulou-se o terceiro cenário, Figura 11, onde, notou-se que, teoricamente o sistema de funcionamento macroeconómico apresenta duas dimensões. Primeira, a Densidade da Energia Macroeconómica (DEM) aparenta não acompanhar as observações totais (eventos locais e externos). Na realidade o mercado de acção é dinâmico, e na visão dos modelos económicos²¹, a tomada de decisão de aumentar ou manter as taxas nos mercados financeiros ou de bens e serviços depende das duas componentes numa dimensão econométrica que está relacionada com os cenários do crescimento ou aquecimento da economia para acompanhar todos eventos, como indicam os resultados obtidos pelo Sousa (2026); Bagnath (2016); Ibraimo (2020); Mihaljek (2021) e Mohamed (2022). E a segunda, os resultados dos trabalhos da revisão teórica apontam que, a determinação e a estimação dos erros para alguns indicadores macroeconómico deve ser determinado através de lente com um modelo semiestrutural, porque os mercados apresentam índices de eficiência das informações com existência de erro independente, como por exemplo, determinação da taxa de inflação (curva de Phillip); taxa de política monetária (regra de Taylor), teste de causalidade com uma defasagem (teste de Granger), como foi destacada na estrutura e detalhes do modelo no Capítulo III.

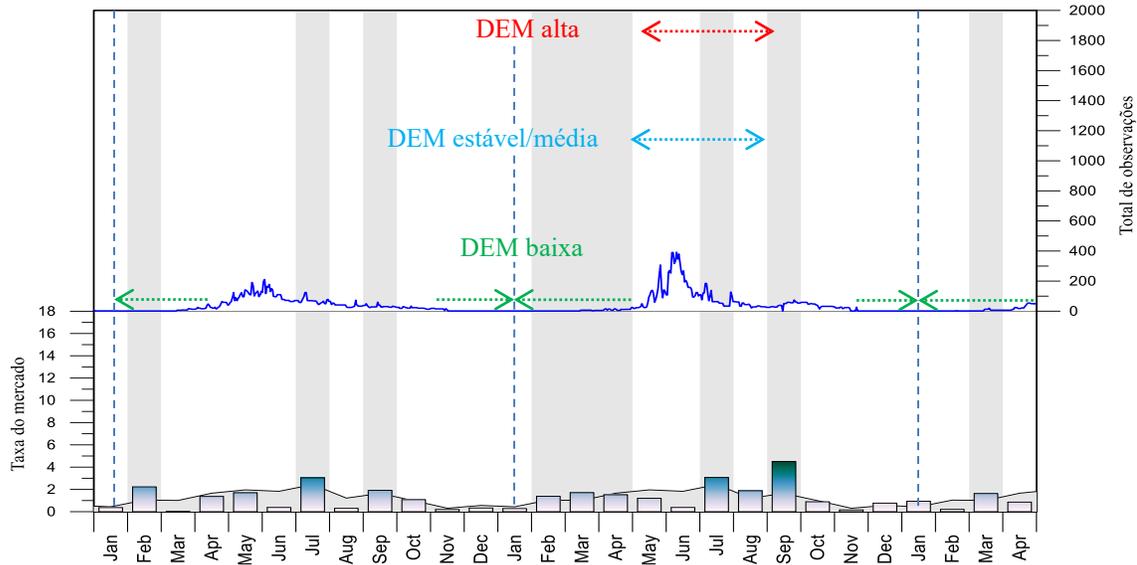
Na visão da Mecânica Quântica em relação à Figura 11, pode-se destacar que, as variáveis macroeconómicas ou agentes do mercado de acção ao nível nacional, encontram-se entrelaçadas²² desde os mercados financeiros bem como nos mercados de bens e serviços, razão pela qual, a DEM coexiste em todos níveis, independentemente do estado entrópico da macroeconomia que pode ser encontrado em um estado de sobreposição. Não só, mas também o núcleo macroeconómico encontra-se em movimento, embora que aparenta ser estável, e, qualquer acção fiscal ou monetária que é implementada por cada uma pode atingir uma certa magnitude com a mesma direcção mas sentidos contrária (3ª lei de Newton em conformidade com a Figura 1 de Apêndice II), o que pode convulsionar o sistema macroeconómico devido a força de acção-reacção, como afirma o Golan et al. (1996); Ferreira (2012); Garlaschelli (2017) e Bielinskyi et al (2020). Neste vertente, a pesquisa sugere que, a determinação das taxas de juros adoptadas pelo Banco Central e pelas autoridades fiscais não deve basear apenas perante choques, mas sim, um exercício regular entre as ambas políticas (o BdM deve ter acesso a todos instrumentos do MEF).

²¹ Ver os detalhes da Tabela 1 da revisão teórica.

²² Ver as simulações da Figura 4, 5, 6 e 7.

Cenário III

Figura 11: Estimação do estado parcial ou total da entropia macroeconómica a longo prazo



Fonte: Elaboração própria, 2024

Obs. DEM: Densidade de Energia Macroeconómica

Resumindo, nas simulações da Figura 9, 10 e 11, o índice de entropia que acompanha a linha horizontal no centro, denota-se "gaps" de eclipse monetária-fiscal com baixa DEM (total ou parcialmente) em alguns casos, isto significa, os estados energéticos das densidades parciais ou totais das variáveis ocultas ou indetectáveis são pequenas, razão pela qual não são mostradas, porém, as suas anomalias podem convulsionar todo o núcleo macroeconómico. Adicionalmente, as linhas verticais tracejadas indicam variáveis cuja o nível da DEM aparenta ser nulo. Na realidade essas variáveis apresentam o mesmo nível da DEM quando comparada com qualquer variável conhecida devido ao comportamento dual (o índice de entrelaçamento coexiste em todos estados macroeconómicos) que podem influenciar uma possível convulsão do núcleo macroeconómico. Os restantes níveis e estados das variáveis macroeconómicas, como hiato de D(SELIC), D(IPCA), D(DIVINT_DIVEXT), D(INPC) e D(TRP) são detectados por qualquer modelo.

Desafios entrópicos e oportunidades das políticas macroeconómicas em Moçambique numa dimensão inclusiva, sustentável, resiliente e inovadora. A combinação dos métodos e diferentes áreas de conhecimento deve ser enxergada como novo paradigma no panorama de debate de crescimento económico. E, a economia moçambicana por ser dinâmica e tão jovem, com apenas quarenta e nove anos de independência, não fica atrás nesta visão.

Em muitos países desenvolvidos encontram-se no estágio crescente na abordagem sobre as quatro dimensões para o crescimento da economia: inclusão, sustentabilidade, resiliência e inovação, pois, consideram que, o crescimento da economia de cada país tem as suas características, trajetórias e sectores que impulsionam o crescimento da economia, como, sectores privados, públicos, recursos naturais entre outros. Para potencializar a espinha dorsal do crescimento da macroeconomia moçambicana é necessário identificar e criar sinergias nessas áreas com uma visão inovadora que possa catapultar e estimular a comunicação entre as políticas macroeconómicas. E, de forma específica, após identificação de alguns desafios que dificultam o melhor desempenho ou engrenagem macroeconómico, na caixa 1, o estudo sugeriu as oportunidades que podem potencializar a realidade da macroeconomia moçambicana baseando com as analogias dos três postulados²³ referidos anteriormente no Capítulo II.

CAIXA 1. POTENCIAIS VANTAGENS DA ABORDAGEM ECONOFÍSICA NO ESTUDO DA INTERACÇÃO ENTRE AS POLÍTICAS MACROECONÓMICAS MOÇAMBICANA NUM CONTEXTO DE DESAFIOS ENTROPÍCOS

1. Para que haja um *crecimento inclusivo* diante dos desafios encontrados, a pesquisa sugere que o Banco Central deve colocar na prática, de forma gradual, os resultados obtidos nessa pesquisa por meio da inclusão multidisciplinar (economistas, analistas do mercado e físicos), o que permitiria o melhor aprofundamento e análise dos principais pilares que impulsionam o funcionamento ideal das engrenagens macroeconómicas ao nível nacional;

2. Uma *análise sustentável* ao nível macroeconómico permitiria que o Banco Central garante e assegure o melhor para futura geração. Ou seja, as práticas nas questões de ESG (Sustentabilidade Ambiental, Social e de Governança Corporativa) devem potencializar um crescimento robusto e sustentável, não apenas no sentido micro, mas também nas questões de regulamentação das instituições bancárias do tipo S1, S2, S3 ou até mesmo S4 com uma agenda focalizada que analisa todos componentes do mercado de acção;

²³ Ver as analogias propostas nos Postulados 1, 2 e 3.

3. Jogando o papel da Econofísica e sugestões *resilientes* na macroeconomia moçambicana diante do aquecimento e de tantas adversidades da economia ao nível local e/ou global, a natureza, visão, missão do estudo do crescimento da entropia e as decisões operacionais adoptadas pelo Banco Central, ajudariam os sectores que impulsionam o crescimento macroeconómico, como: instituições bancárias, sociedades, empresas privadas e públicas, famílias entre outros em repensar e priorizar uma análise macro através de algumas questões: Como adequar a regulação do Banco Central? Qual é a estratégia para que as novas decisões tomadas pelo Banco Central não tenham efeitos colaterais? Como incluir os clientes que estão sujeitos aos riscos de transição, ao risco físico, climático ou ambiental e como incluir no preço de crédito?

4. Uma *visão inovadora* para o crescimento sustentável da macroeconomia moçambicana, tal como a predisposição do Banco Central e ao Ministério da Economia e Finanças, deveria estar, de forma unânime no foco "*quant*" para que a sociedade, e, conseqüentemente o Banco de Moçambique não tenha riscos asseverados diante dos índices de incertezas. Finalmente, o Banco Central deve adoptar uma condução de abordagem qualitativa, onde, é analisada toda decisão que possa manter as forças dos atritos das variáveis macroeconómicas, e a outra face que é quantitativa, na qual, o Banco Central deve ter todas ferramentas (mesmo que haja limitação das outras políticas) para que muitas áreas como, Econofísica e Estatística Pura, possam gerar diferentes soluções e padrões para análise macroeconómica que aproxima a realidade da economia moçambicana. Sendo uma das vantagens é de permitir que o Banco Central tenha decisões antecipadas diante de incertezas.

5. CONCLUSÕES, SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES

Através das simulações e demonstrações dos dados, foi possível aplicar os métodos e modelos da Econofísica oriundo de entropia para analisar a interação entre as políticas monetária e fiscal bem como os seus impactos sobre a macroeconomia moçambicana. Após uma revisão bibliográfica extensiva, constatou-se que, nos países desenvolvidos encontram-se no estágio avançado no estudo desse eixo temático, e, em Moçambique há "gap" no tratamento dessa matéria. Adicionalmente, os resultados empíricos revelam que, em muitas economias optam pela diversificação das abordagens no estudo da interação entre as políticas macroeconómicas para consolidar os modelos e as teorias existentes. Uma das áreas emergentes e em ascensão que analisa os fenómenos económicos é a Econofísica, onde, são empregos os modelos, técnicas e ferramentas competentes oriundos dos físicos, sendo, um desses métodos que a pesquisa recorreu é a entropia macroeconómica. Aliada ainda à revisão empírica no período em análise, os resultados simulados indicam que, em Moçambique o núcleo macroeconómico comporta-se como se fosse um sistema quântico dual (tendência de eclipse monetária-fiscal), por onde, a política monetária aparenta ter maior dominância devido a influência da inflação dos preços das commodities, e, as vezes tende a ter uma dominância fiscal, devido o hiato dívida.

Essa característica está aliada pela forte dominância das variáveis do sistema macroeconómico que estão entrelaçadas e correlacionadas, onde, o comportamento monetária ou fiscal não pode ser explicada com exactidão por si próprio sem que a outra parte seja mencionada, o que pode impactar os estados da energia nas outras políticas. Como resultado, o Banco de Moçambique tende adoptar a política monetária não expansiva, passando assim a ser reflectida nos mercados financeiros (cambial, monetária e capital) por meios de empréstimos bancários e taxas de juros, e, para o núcleo da política fiscal a sua força terá efeitos nos mercados de bens e serviços, como é o caso da procura através dos reajustos das taxas de impostos nas PEMs, rajustos de salário no sector público, permanecendo em movimento interactivo e entrópico segundo as descrições da 3ª lei newtoniana (quando uma força de acção é aplicada a um corpo ou sistema, surgirá uma outra força de reacção que actua na mesma direcção mas sentido contrário).

Na base das simulações dos dados com o modelo proposto, os resultados indicam que, pelas características da economia moçambicana, o sistema da interação entre as políticas monetária e

fiscal, não deve ser tratado de forma isolado, pois, para além das variáveis conhecidas, existe outros outliers ocultas que não são detectados pelas abordagens científicas, mas os seus efeitos podem convulsionar a macroeconomia. Uma das razões desse movimento está aliado ao nível ou estado parcial e/ou total da Densidade de Energia do sistema macroeconómico como um todo. A outra prevalência dessa análise prende-se ainda nos estímulos dos cenários e nos testes de sensibilidade dos resultados em que cada ciclo macroeconómico apresenta, pois, cada janela temporal tem as suas próprias características e o seu comportamento devido o nível de incertezas, considerando que a economia moçambicana tende a ter uma alta entropia, o que vem sendo comprovada com a 2ª lei da Termodinâmica (a entropia torna altamente colapsante numa economia completamente dependente das commodities impulsionando assim o sistema macroeconómico refém e interdependente), como ilustram os resultados das simulações dos cenários I, II, III.

Diante de tantas vulnerabilidades que podem dificultar o melhor desempenho da macroeconomia moçambicana, a pesquisa sugere o seguinte: (i) o Banco Central adopte a política monetária ciente que as decisões tomadas pela política fiscal podem impactar a política monetária; (ii) O Ministério da Economia e Finanças deve manter ao Banco Central informado sobre quaisquer alterações fiscais; (iii) O Tesoureiro com apoio de BVM, Bilhete de Tesouro e AMB deve actualizar (semanalmente, mensalmente e trimestralmente) sobre as suas necessidades das emissões e Obrigações, e, finalmente, (iv) o Ministério da Economia e Finanças deve disponibilizar todos instrumentos das operações ao Banco Central para facilitar as demonstrações e as operações em ambas políticas, porque os seus agregados encontram-se entrelaçados.

Como trabalhos futuros, o estudo evidencia a necessidade e em jeito das recomendações nas três alas: (i) *para a comunidade académica* – recomenda-se que sejam aprofundados os estudos de forma unânime por parte dos economistas, físicos, analistas do mercado, matemáticos e estatísticos para identificar os melhores canais do desempenho equilibrado, eficiente e estratégico rumo ao crescimento da economia moçambicana; (ii) *para o Banco Central* – recomenda-se que, primeiro, adopte a política monetária expansiva para estimular maior investimento nas indústrias bancárias e nas PMEs. Segundo, adopte a política restritiva nos casos excepcionais em que o núcleo macroeconómico tende a ter comportamento dual; e, (iii) *para o Ministério da Economia e Finanças* – recomenda-se que sejam elaborados planos de todas actividades que facilitam a comunicação com maior transparência, eficiência e saudável entre as políticas monetária e fiscal.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] _____ . *Interacção entre Políticas Fiscal e Monetária*. Brasil.
- [2] Adão, L. et al. (2021). *The impacts of monetary policy on banks loan portfolio risk-taking*. Canada.
- [3] ADBG [African Development Bank Group]. (vários). *Relatórios de desempenho macroeconómico e perspectivas macroeconómicas de África (2009-2021)*. BAD [Banco Africano de Desenvolvimento].
- [4] AMB [Associação Moçambicana de Bancos]. (vários). *Prime Rate do sistema financeiro moçambicano*. Maputo.
- [5] Anagnoste, S. & Caraiani, P. (2019). *The impact of financial and macroeconomic shocks on the entropy of financial markets*. Romania.
- [6] Bagnath, F. (2016). *Avaliação dos instrumentos da política monetária para controlar a inflação em Moçambique*. Disponível em: < [www:https://hdl.handle.net/10071/12958](http://www.hdl.handle.net/10071/12958) >.
- [7] BdM [Banco de Moçambique]. (2023). *Os desafios da política monetária num contexto da gestão de crises*. Maputo-Moçambique.
- [8] BdM [Banco de Moçambique]. (vários). *Relatórios anuais do Banco de Moçambique*. BdM.
- [9] Bielinskyi, A. et al. (2020). *Econophysics of sustainability indices*. Ukraine.
- [10] BM [Banco Mundial]. (vários). *Relatórios da conjuntura macroeconómica dos países da África Subsaariana-2009-2021*. World Bank Group.
- [11] Bredemeier, C. et al. (2015). *Política Fiscal, Spreads de Taxas de Juros e o Limite Inferior Zero*.
- [12] Caiani, A. et al. (2016). *Agent based-stock flow consistent macroeconomics: Towards a benchmark model*. Italy.
- [13] Calero, M. (2019). *Entropy in Macroeconomic Model: another perspective of Production Function*. Managua - Brasil. Disponível em: < <https://doi.org/10.5377/reice.v7i14.9375> >.
- [14] Chakrabarti, K. (2005) *apud* De Sousa. (2005). *Econophysics Kolkata: A short story - Econophysics of Wealth Distributions*. Milan.
- [15] Chivulele, F. (2017). *Política monetária e estrutura produtiva da economia de Moçambique*. IESE.
- [16] Corsetti, G. & Mehl, R. (2019). *Fast trading and the virtue of entropy: evidence from foreign exchange market*. European Central Bank: Eurosystem.
- [17] Da Costa, F. (2019). *Estado da arte da economia - Actualidades teóricas e decisões práticas*. Brasil.
- [18] De Souza, A. et al. (2023). *The concept of entropy and its relationship to the economic process: implications for Physics Teaching*. Disponível em: < doi.org/10.15536/reducarmais.7.2023.3076 >.
- [19] Faião, T. et al. (2017). *Inércia inflacionária: uma análise de raiz unitária nos índices de inflação no Brasil para o período recente*. Brasil.
- [20] Ferreira, P. (2012). *Quatro ensaios sobre aplicação da entropia em problemas de economia e gestão*. Évora-Portugal.
- [21] FMI [Fundo Monetário Internacional]. (2018, p. 5-18). *Em direção a um novo regime de política monetária em Moçambique*. Washington-DC. Disponível em: < <https://imf.cr1866p.pdf> >.
- [22] FMI [Fundo Monetário Internacional]. (vários). *Relatórios da conjuntura macroeconómica de Moçambique*. Washington-DC.
- [23] Foster, J. & Pettes, J. (2006). *The new entropy law and the economic process: other perspective Economics of Nicholas Geogescu-Roegen*. Disponível em: < [Doi: 10.1016/j.ecocom.2007.02.009](https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2007.02.009) >.
- [24] Fuks, M. (1992). *Considerações preliminares sobre introdução do conceito de entropia na ciência económica*. Brasil.
- [25] Gallegatia, M. & Kirman, A. (2012). *Reconstructing economics: Agent based models and complexity*. Disponível em: < [doi: 10.7564/12-coec2](https://doi.org/10.7564/12-coec2) >.
- [26] Garlaschelli, D. (2017). *Leiden Econophysics model test best by Central Banks*.
- [27] Geogescu-Roegen, N. J. (1971). *The entropy law and the economic process*. England.
- [28] Gibson, M. (2023). *Unification in Physics & political economy - The aim & goal of all modeling: clarity in navigating risk & opportunity*. USA.

- [29] Golan, A. (2002) *apud* Ferreira, P. (2012). *Information and Entropy Econometrics*. Portugal.
- [30] Golan, A. et al. (1996). *Maximum Entropy Econometrics- Robust Estimation with Limited Date*. New York.
- [31] Gong, J. (n.d). *Econophysics: new perspective in finance*. School of Economics and Managment in collaboration with School of Statistics ad Mathematics, China.
- [32] Hendry; D. & Muellbauer, J. (n.d). *The Future of Macroeconomics: Macro Theory and Models at the Bank of England*. Bank of England-England.
- [33] Herscovici, A. (2005). *Historicidade, Entropia, e Não-Linearidade: Algumas aplicações possíveis nas Ciências Económicas*. Revista de Economia e Política.
- [34] Holder, S. (2012). *Implications of insights from behavioral economics for macroeconomic models*. Norges.
- [35] Howitt, P. (2011). *What have central bankers learned from modern macroeconomic theory?* Disponível em: < [doi:10.1016/j.jmacro.2011.08.005](https://doi.org/10.1016/j.jmacro.2011.08.005) >.
- [36] Ibraimo, Y. (2020). *Tensões, conflitos e incosistências nas relações entre as políticas fiscal e monetária em Moçambique*. IESE.
- [37] INE [Instituto Nacional de Estatística]. (vários). *Relatórios da conjuntura macroeconómica*. Maputo.
- [38] Jakimowicz, A. (2020). *The Role of Entropy in development of Economics*.
- [39] Januário, Q. (2023). *Econofísica na banca moçambicana: uma jornada embrionária da Física na Economia e Finanças*. Disponível em: < <https://abrir.links/uuaQp> >.
- [40] João, M. & Aiuba, R. (2020). *Contributo para um debate científico da política fiscal em Moçambique*. OMR.
- [41] Lednyov, V. at al. (n.d). *On the risk Manegment wiht Application of Econophysics Analysis in Central Banks and Financial Institutions*.
- [42] López, N. & Ramírez, F. (2021). *The Interaction between Monetary and Fiscal Policy through the Leans of a Semi-Structural Model: The Case for Central America and the Dominican Republic*. Central Bank of the Dominican Republic.
- [43] Lima, N. & Duarte, S. (2021). *A equivalência entre o princípio de maximização de entropia e princípio de minimização de energia*. < [Doi: ht://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0407](https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0407) >.
- [44] Macane, A. & Seixas, C. (2021). *Mecanismos de transmissão da política monetária em Moçambique: uma análise do canal do crédito no período de 2008 a 2019*. Portugal. Disponível em: < [doi:https://doi.org/10.5902/1414650962643](https://doi.org/10.5902/1414650962643) >.
- [45] Machado, H. (2010). *Interação entre as Políticas Fiscal e Monetária Brasileira no período Pós-Plano Real. Uma análise da Causalidade com Aplicação do Modelo VAR*. Brasil.
- [46] Machado, H. (2019). *Interação entre as políticas monetária e fiscal no regime de metas de inflação do Brasil*. Portugal.
- [47] Mantegna, R. e Stanly, H. (2000). *An introduction to Econophysics: Correlationand complexity in finance*. Cambriddge University Press.
- [48] MEF [Ministério da Economia e Finanças]. (vários). *Relatórios anuais do Ministério da Economia e Finanças*. Maputo.
- [49] Mihaljek, D. (2021). *Interacções entre as políticas fiscal e monetária: uma breve história de uma longa relação*. Disponível em: < <https://doi.org/10.3326/pse.45.4.2> >.
- [50] Mohamed, A. (2022). *Coordenação entre política fiscal e monetária na união económica e monetária Oeste Africana*. Disponível em: < [doi: https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2022.183](https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2022.183) >.
- [51] Molds, M. (2005). *Econofísica e o estudo da complexidade dos mercados financeiros*. Brasil.
- [52] Moreira, T. et al. (2013). *Interacção entre políticas monetária, fiscal e cambial no Brasil: um enfoque sobre a consistência das políticas*. Brasil.
- [53] Mosca, J. (2021). *Política monetária do Banco de Moçambique: qual é o gato escondido?* OMR.
- [54] Moscas, J. & Aiuba, R. (2020). *Contributo para um debate necessário da política fiscal em Moçambique*. OMR.

- [55] Muller, C. (1992). *Economia, Entropia e Sustentabilidade: Abordagem e Visões de Futuro da Economia de Sobrevivência*. Brasília.
- [56] Nanvarra, A. & Nhenge, V. (2022). *Política monetária em Moçambique: um estudo empírico sobre a eficiência dos instrumentos da política monetária adoptada em Moçambique (2010-2020)*. Disponível em: < <https://doi.org/10.22533/at.ed.6912224019> >.
- [57] Nobrega, W. et al. (n.d). *Interação Entre a Política Fiscal e Monetária: Uma Análise Sobre o Regime de Dominância Vigente na Economia Brasileira*. Brasil.
- [58] Nymoen, R. (n.d). *On the low degree of entropy implied by solutions of modern macroeconomic models*. Disponível em: < [doi:10.3390/e24121728](https://doi.org/10.3390/e24121728) >.
- [59] Oliveira, G. (2019). *A interação entre a política fiscal, monetária e macroprudencial brasileira*. Brasil.
- [60] Olkhov, V. (n.d). *Econophysics of Macroeconomics: "Action-at-a-Distance" and Waves*. Russia.
- [61] Patra, S. & Hiremath, G. (2022). *An entropy approach to measure the dynamic stock market efficiency*. India. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/s40953-022-00295-x> >.
- [62] Pereira, J. (n.d). *Apostila de termodinâmica I: A segunda lei da Termodinâmica*. Brasil. Disponível em: < <https://abrir.link/mwj17> >.
- [63] Richiardi, M. (2015). *The future of agent-based modelling*. Italy.
- [64] Romer, P. (2013). *The Trouble with Macroeconomics*. New York.
- [65] Rosser, J. (2021). *Econophysics and the entropic foundation of economics*. Academic editors.
- [66] Ryu, D. & Lee, K. (2016). *Econophysics, Statistical Mechanics for Financial Applications, and Financial Mathematics*. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1155/202016/5426546> >.
- [67] Sambo, D. M. (2018). *Análise da eficácia da política monetária: abordagem narrativa para Moçambique (2000-2017)*. Maputo.
- [68] Saucedo, M. (2021). *Entropia Macroeconómica. Fundamentos Teóricos Macroeconómica: Su Aplicación en las Crises de Argentina (2001) y Grecia (2015)*. Buenos Aires.
- [69] Souza, E. (2016). *Os efeitos da interação entre as políticas fiscal e monetária sobre as variáveis macroeconómicas da economia brasileira*. Brasil.
- [70] Stiglitz, J. (2017). *Where modern macroeconomics went wrong?* Columbia.
- [71] Stiglitz, H. & Gallegati, M. (2011). *Heterogeneous Interacting Agent Models for Understanding Monetary Economies*. Italy.
- [72] Storm, S. (2021). *Cordon of Conformity: Why DSGE Models Are Not the Future of Macroeconomics*. Disponível em: < <https://doi.org/10.1080/08911916.2021.1929582> >.
- [73] Streeten, P. (2002). *What's wrong with contemporary economics?* USA.
- [74] Vines, D. & Wills, S. (2018). *Rebuilding macroeconomic theory*. Oxford.
- [75] Weatherall, J. (2014). *A Física de Wall Street: Uma breve história sobre prever o impossível e papel dos físicos na construção das finanças para a solução dos problemas económicos mundiais*. Elsevier.
- [76] Westerhoff, F. & Franke, R. (2012). *Agent-based models for economic policy design: two illustrative examples*. Germany.
- [77] Yakovenko, V. (2016). *Monetary economics from econophysics perspective*. Disponível em: < [Doi:10.1140/epjst/e2016-60213-3](https://doi.org/10.1140/epjst/e2016-60213-3) >.
- [78] Yang, J. (2018). *Information theoretic approaches in economics*. Journal of Economics Surveys.

Apêndice I

Tabela 1: Valores estimados da Base Monetária (2010-2016) e Taxa de juros MIMO (2017-2022)

Ano	Trimestre	*m/MIMO	p.b/p.p	Taxa
Jun/2010*	II	3.29	Médio+	BaM**
Ap/2011*	II	3.38	Médio+	BaM**
Feb/2012*	I	3.05	Baixo-	BaM**
Dec/2012*	IV	3.28	Médio-	BaM**
Oct/2013*	IV	3.52	Alto+	BaM**
Aug/2014*	III	3.41	Alto-	BaM**
Jun/2015*	II	3.50	Alto+	BaM**
Out/2016*	IV	3.43	Alto+	BaM**
2017	II	21,75%	25	MIMO
	IV	19,50%	150	MIMO
2018	I	15%	75	MIMO
	IV	14,25%	75	MIMO
2019	I	14,25%	415	MIMO
	IV	12,75%	100	MIMO
2020	I	11,25%	150	MIMO
	IV	10,25%	75	MIMO
2021	I	13,25%	300	MIMO
	IV	17,25%	////	MIMO
2022	I	17,25%	////	MIMO
	IV	17,25%	////	MIMO

Fonte: Elaboração própria, 2024. Base de dados: AMB (vários) e BdM (vários).

Obs.: *m (**BaM: Base Monetária) - Instrumento de controlo adoptado pelo BdM (2010-2016).

Apêndice II

Nas tabelas a seguir, foram analisados e estimados os seguintes parâmetros: teste de causalidade entre as variáveis das políticas monetária e fiscal (Tabela 1 e 4), índice de crescimento entrópico para todos componentes (Tabela 1 a 4) e a Densidade de Energia Total do sistema.

Lag	Índice de entropia [baixo/médio]	Índice de entropia [alto]
2 lag	0,1	*
	0,3078	-0,3009
	0,3817	**
4 lag	0,3167	-0,5243
6 lag	0,0445	-0,4546
8 lag	-0,4336	-0,1571
10 lag	0	-0,1306
12 lag	0	*
14 lag	0	**
	0	-0,3254
16 lag	0	-0,2946
	0	-0,0621
18 lag	0	0,1606
	0	0,1353
	0	*
20 lag	0	*
	0	*
	0	**
22 lag	0	**
	0	0,1245
	0	**
	0	*
24 lag	0	0,1112

Lag	Índice de entropia [baixo/médio]	Índice de entropia [alto]
2 lag	0,01	*
	0,238	-0,3259
	0,2817	**
4 lag	0,2067	-0,5243
6 lag	0,0245	-0,4546
8 lag	-0,2136	-0,1571
10 lag	0	-0,1306
12 lag	0	**
14 lag	0	*
	0	-0,0588
	0	-0,1166
16 lag	0	-0,3045
	0	-0,3254
18 lag	0	-0,2946
	0	0,1606
	0	0,1353
	0	*
20 lag	0	**
	0	0,2714
	0	0,3337
22 lag	0	0,2303
	0	0,4102
24 lag	0	*

Fonte: Elaboração própria, 2024

Obs. ME – Máxima Entropia

*Denota significância estatística do teste F no nível de confiança com defasagem de [0,10-0,99].

** Significância estatística com nível de defasagem [0,50-0,01].

Cont.

Lag	Índice de entropia [baixo/médio]	Índice de entropia [alto]
2 lag	-0,2321	0
	-0,1345	0
	-0,1234	**
4 lag	-0,1235	0
6 lag	0	0
	-0,4336	0
10 lag	0	0
	0	**
14 lag	0	*
	0	-0,0588
	0	-0,1166
	0	-0,2045
	0	-0,2254
16 lag	0	-0,2146
18 lag	0	0
	0	0,1053
	0	*
20 lag	0	**
22 lag	0	0
	0	*
	0	*
	0	*
24 lag	0	*

Lag	Índice de entropia [baixo/médio]	Índice de entropia [alto]	DEM
2 lag	0,1	0,1234	Estável
	0,308	-0,3259	Baixa
	0,2817	**	Média
4 lag	0,2067	*	Alta
	0,0445	*	Alta
	-0,4336	*	Alta
6 lag	0	0,1306	Estável
	0	**	Média
	0	*	Alta
14 lag	0	0	Estável
	0	0	Estável
	0	*	Alta
	0	*	Alta
16 lag	0	*	Alta
18 lag	0	0	Estável
	0	0	Estável
	0	*	Alta
	0	**	Média
20 lag	0	-0,8704	Baixa
	0	*	Alta
22 lag	0	*	Alta
	0	*	Alta
24 lag	0	*	Alta

Fonte: Elaboração própria, 2024

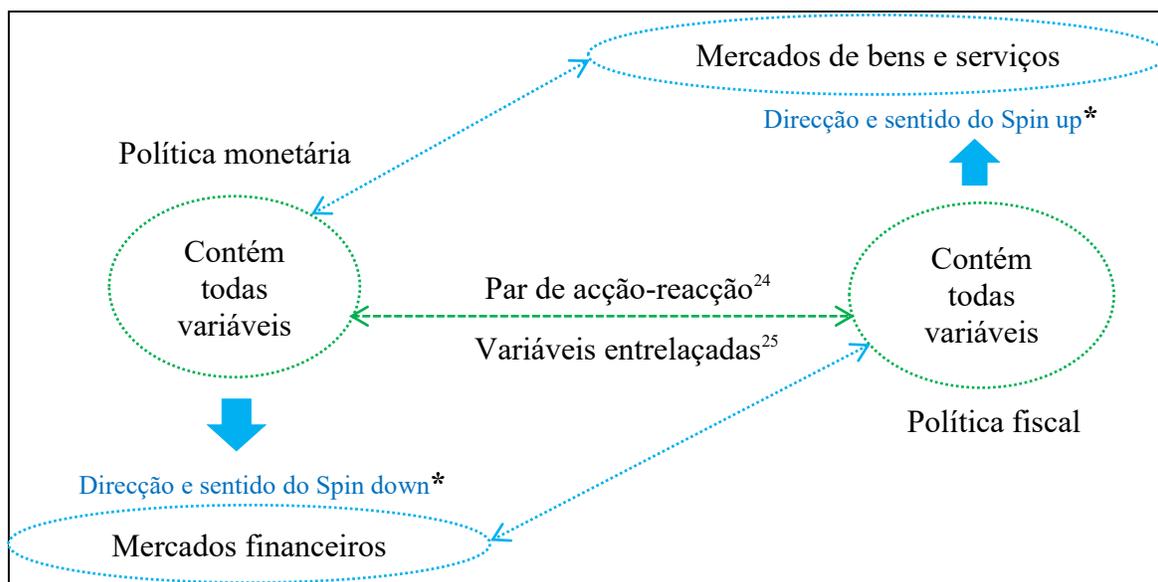
Obs. MEG – Máxima Entropia Generalizada; DEM - Densidade de Energia Macroeconómica.

*Denota significância estatística do teste F no nível de confiança com defasagem de [0,10-0,99].

** Significância estatística com nível de defasagem [0,50-0,01].

Apêndice III

Figura 1: Resumo da representação esquemática do estado ou sistema macroeconómico emaranhado



Fonte: Elaboração própria, 2024

¹ O sentido de seta indica o grau ou estado de irreversibilidade do sistema macroeconómico: \longleftrightarrow

* No sentido convencional da mecânica quântica, o spin refere a uma posição ou as possíveis orientações das partículas de um sistema quântico quando imerso a um campo magnético, e, no caso concreto desta pesquisa, pode ser análoga como posição ou uma orientação das variáveis (agentes) macroeconómicas seja elas monetária ou fiscal quando imerso a um campo de actuação específico (mercados financeiros ou nos mercados de bens e serviços).

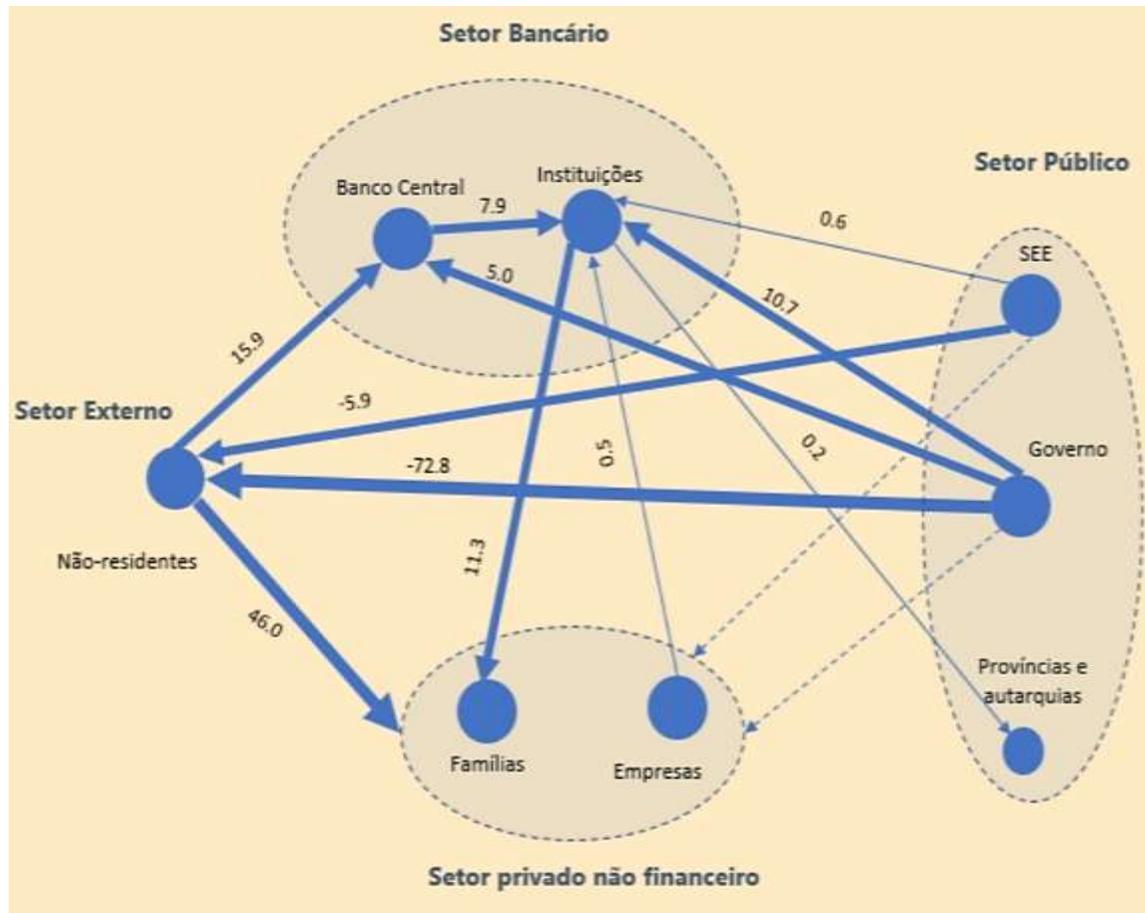
O emaranhamento entre as políticas monetária e fiscal esboçado na figura anterior (Figura 1) e nos anexos da Figura 1, tem uma correlação muito forte sem limite. E, o estudo das interações entre as variáveis deve ser feito através de multidimensionamento da entropia em menor, média e maior escala. Adicionalmente, as duas políticas macroeconómicas não se entrelaçam apenas, a quantidade de informação em que cada variável possui é menor para determinar o estado exacto onde se encontra o estado actual do sistema macroeconómico. Na realidade, isto significa, na medida em que se mede a interacção monetária-fiscal, desvendam-se outros mistérios ocultos da questão, tornando assim, um fenómeno complexo e desafiadora para uma análise puramente analítica.

²⁴ As descrições da mecânica newtoniana, especificamente a 3ª lei de Newton, destacam que, se uma força de acção é aplicada a um corpo, então, surgirá outra força de reacção que actua na mesma direcção e sentido contrário.

²⁵ O comportamento e as características de alguns agregados da política monetária ou fiscal não podem ser explicados sem que a sua contraparte seja mencionada. Como, elevadas taxas de juros na banca e elevadas taxas fiscais.

Anexo I

Figura 1: Mapa de rede de ligações sectoriais, posição líquida, 2017T3²⁶



Fonte: Adaptado pelas autoridades moçambicanas e cálculo do corpo técnico do FMI (2018)

¹O sentido de seta é de devedor para credor: \longrightarrow / \dashrightarrow

²A espessura da seta representa o tamanho do passivo líquido.

²⁶ Segundo FMI (2018); BM (vários) e ADBG (vários) o risco macroeconómico pode-se propagar através de uma recorrência de tensão bancária, questões de liquidez das empresas públicas e privadas e fraca procura dos agregados.