COMPARAÇÃO ENTRE OS ÍNDICES DE INTERLIGAÇÃO DE RASMUSSEN-HIRSCHMAN, CAMPOS DE INFLUÊNCIA E ÍNDICES PUROS DE LIGAÇÃO PARA AVALIAÇÃO ECONÔMICA DO ESTADO DO AMAZONAS

COMPARISON BETWEEN THE RASMUSSEN-HIRSCHMAN LINKAGE INDICES, FIELDS OF INFLUENCE, AND PURE LINKAGE INDICES FOR THE ECONOMIC EVALUATION OF THE STATE OF AMAZONAS

Fabio Leandro Calderaro[1]; Dércio Luiz Reis[2]; Silvio Mario Puga Ferreira[3]; Joaquim Maciel da Costa Craveiro[4]; Sandro Breval Santiago[5]

RESUMO: A pesquisa da avaliação das inter-relações setoriais de uma economia é relevante para a compreensão da estrutura produtiva do estado, as relações de dependência entre seus setores econômicos e os efeitos das políticas econômicas adotadas. Em um contexto como o do Amazonas, em que a estrutura produtiva é de forte presença do Polo Industrial PIM da Zona Franca de Manaus e demais setores produtivos associados à produção industrial e extrativa, ferramentas de análise estrutural, tais como, os índices de interligação de Rasmussen-Hirschman, os campos de influência e os índices puros de ligação IPL são de grande importância para a avaliação da economia. Este artigo compara essas metodologias, discutindo suas aplicações na avaliação econômica do Amazonas, suas limitações e os resultados que oferecem em termos de políticas públicas e desenvolvimento regional. Para a realização da comparação das metodologias, foi realizado um estudo exploratório, mediante a comparação das característica ofertadas por cada uma das metodologias, que são os indicadores de insumo-produto, como índices de ligações intersetoriais de Rasmussen-Hirschman, setores-chave, campo de influência, índices puros de ligação e multiplicadores econômicos de produção, emprego e renda.

Palavras-chave: Índice Rasmussen-Hirschman, campos de influência, índices puros de ligação, Amazonas, análise de insumo-produto, desenvolvimento econômico.

ABSTRACT: Research into sectoral interrelationships in an economy is essential for understanding a state's productive structure, the dependencies among its economic sectors, and the effects of adopted economic policies. In the case of Amazonas, where the productive landscape is dominated by the PIM Industrial Pole of the Manaus Free Zone and other sectors linked to industrial and extractive activities, structural analysis tools—such as the Rasmussen-Hirschman interconnection indices, fields of influence, and pure IPL linkage indices—are vital for economic evaluation. This article compares these methodologies, examining their applications in the economic analysis of Amazonas, their limitations, and the insights they provide for public policy and regional development. An exploratory study was conducted to compare the input-output indicators used by each methodology, including Rasmussen-Hirschman intersectoral

[1]Teczon Consultoria e Tecnologia (ZIEL) / email: fabio.calderaro@ziel.com.br
[2] Universidade Federal do Amazonas (UFAM) / email: dercioreis@ufam.edu.br
[3] Universidade Federal do Amazonas (UFAM) / email: spuga@ufam.edu.br
[4] Universidade Federal do Amazonas (UFAM) / email: jmaciel@ufam.edu.br
[5] Universidade Federal do Amazonas (UFAM) / email: sbreval@ufam.edu.br

linkage indexes, key sectors, fields of influence, pure linkage indices, and economic multipliers for production, employment, and income.

Keywords: Rasmussen-Hirschman index, fields of influence, pure linkage indices, Amazonas, input-output analysis, economic development.

1. INTRODUÇÃO

O Amazonas, o maior estado do Brasil em termos de área terrestre, possui uma economia dividida, em que a indústria, o setor de serviços e a extração de recursos naturais compartilham espaço. No entanto, as relações de produção e a interação entre os setores produtivos são difíceis de analisar, e ferramentas analíticas, como os índices de ligação, são úteis para determinar como os setores econômicos se relacionam.

O atual modelo de desenvolvimento implementado pelo projeto da Zona Franca de Manaus (ZFM) tem uma grande importância para o desenvolvimento para o Estado do Amazonas e para a Região Norte do Brasil. A ZFM, notadamente, permitiu o início de um processo acelerado de industrialização, a implantação de um parque industrial que vem se alinhando às mais modernas técnicas de produção industrial, vem ofertando vagas de empregos com maior exigência de formação e qualificação e, com isso, promovendo um forte crescimento na geração de renda na indústria e nos serviços que oferecem suporte às indústrias. Entretanto, o modelo que promove o desenvolvimento da cidade de Manaus, não foi ainda de interiorizar o desenvolvimento, gerando riqueza para os municípios do interior do estado do Amazonas, na verdade, não obteve sucesso sequer em promover o desenvolvimento econômico dos municípios que formam a Região Metropolitana de Manaus (RMM).

Para Hirschman (1977) o progresso econômico não ocorre concomitantemente e em todas as partes de uma região. Considera que forças poderosas provocam a concentração espacial do crescimento em torno do ponto onde ele se inicia, fazendo com que regiões dentro do próprio estado apresentem disparidades econômicas significativas. Para corrigir essas distorções, é necessário a aplicação de políticas públicas, que podem estimular o desenvolvimento de municípios do interior, e, desta forma, reduzir as disparidades regionais. “A tarefa essencial do governo é criar nas regiões atrasadas atividades econômicas com dinâmicas próprias que tenham efeito multiplicador e/ou de transbordamento sobre as demais” (HIRSCHMAN, 1977, p.46).

A indisponibilidade de recursos, públicos ou privados, para todos os investimentos necessários para impulsionar o desenvolvimento econômico, é fundamental que sejam identificados os setores-chave que devem ser priorizados para receber investimentos e que atuem como impulsionadores do desenvolvimento econômico, promovendo interligações com outros setores econômicos.

Para isso, a proposta é efetuar uma análise de três ferramentas metodológicas que podem oferecer respostas para a identificação dos setores econômicos que apresentam a oportunidade de melhores iterações com outros setores, atuando momo vetores impulsionadores do desenvolvimento. Foram comparadas as metodologias dos índices de interligação de Rasmussen-Hirschman (IRH), dos campos de influência e a dos índices puros de ligação (IPL), para atuarem como ferramentas de análise multissetorial, possibilitando a verificação da estrutura produtiva da região.

1.1 Caracterização do estado do Amazonas

O Amazonas, situado na Região Norte, está dividido em 62 municípios em área territorial de 1.559 mil km2, que corresponde a 18,45% da área total brasileira, 40,76% da área da região

Norte e 30,87% da área territorial da região Amazônica, com uma população estimada de 4.269.995 habitantes (IBGE 2021). Em relação ao contingente populacional, de acordo com os dados demográficos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2010, o Amazonas detinha a menor densidade demográfica do Brasil, 2,23 hab./km2, com população de 3.483.985 pessoas, associada a uma taxa de urbanização6 e a uma razão de dependência7 nas ordens de 79,6% e 59,27%, respectivamente (IBGE, 2010). A princípio, esses resultados são reflexos da concentração da população amazonense na capital do estado, 52,83%, e da quantidade de inativos no interior, 41%. Quando analisada a razão de dependência somente na capital Manaus, onde está concentrada a população amazonense, a relação cai para 47,34% (IBGE, 2010). A tabela 1 mostra alguns dos indicadores socioeconômicos do Amazonas.

O Produto Interno Bruto (PIB) do Amazonas em 2021 foi de R$ 131,5 bilhões em 2021, representando um crescimento da ordem de 13,36 % em relação ao ano de 2020. O crescimento no PIB do Amazonas foi acompanhado por uma elevação de 5,56% no seu volume produtivo, ficando acima da média nacional, que foi de 4,76% (SEDECTI,2019).

O setor de Serviços, representou 46,94% do PIB, seguido pela Indústria com 31,82%, Agropecuária com 4,29% e geração de Impostos com participação de 16,95%. Os números superam o desempenho do PIB de 2020 comparado com 2019, quando sofreu uma queda de 1,69% no volume produtivo, em meio aos desafios econômicos enfrentados devido à pandemia da Covid-19.

Os números demonstram que o Amazonas tem desempenhado um papel fundamental no contexto econômico brasileiro e reflete não apenas o potencial econômico do estado, mas também a capacidade de se recuperar e prosperar em um ambiente econômico em constante evolução.

A Indústria apresentou um crescimento nominal de 16,79% em 2021, atingindo um total de R$ 41,8 bilhões. Neste setor, em 2021, destaca-se a Indústria de Transformação, atingindo o valor de R$ 30,1 bilhões, uma alta em relação aos R$ 26,4 bilhões registrados no ano anterior, contribuindo com 22,91% para o PIB do Estado, e a Construção Civil, um setor-chave para o desenvolvimento de infraestrutura e habitação, com uma variação de 16,14% na comparação dos anos de 2020 e 2021.

No cenário nacional o Amazonas está entre os estados que tiveram aumento acima da média nacional de 4,76%, classificando-se como o 12º Estado com o maior crescimento com 5,56%. Desta forma, o Amazonas manteve sua posição na 16ª posição, com um PIB de R$ 131,531 bilhões. Na região Norte, o Amazonas se manteve na segunda posição, ficando atrás somente do Pará com montante de R$ 262,905 bilhões (IBGE,2022).

2. METODOLOGIA

O presente artigo caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica e exploratória, com o objetivo de revisar, analisar e sintetizar o conhecimento disponível sobre cada uma das metodologias avaliadas. A pesquisa bibliográfica é fundamentada em materiais já publicados, como livros, artigos científicos, teses, dissertações e relatórios técnicos. Já a pesquisa exploratória visa proporcionar maior familiaridade com o tema, de forma a tornar o problema mais explícito ou a construir hipóteses investigativas. Os procedimentos metodológicos incluíram a definição do problema de pesquisa e dos objetivos, que guiaram a busca e a seleção

das fontes. A delimitação do problema é fundamental para direcionar a análise da literatura e definir os critérios de inclusão e exclusão de estudos. O levantamento bibliográfico foi realizado em bases de dados científicas reconhecidas, como Scielo, Google Scholar e livros, entre outras relevantes ao campo de estudo. Foram utilizadas palavras-chave relacionadas ao tema e combinações de termos por meio de operadores booleanos para refinar os resultados.

Foram estabelecidos critérios de inclusão para garantir a relevância e a qualidade das fontes selecionadas. Os principais critérios adotados foram:

a) Publicações indexadas em bases de dados de qualidade;
b) Textos disponíveis em português e inglês;
c) Estudos publicados nos últimos 10 anos, exceto quando relevantes para o contexto histórico ou teórico.

Foram excluídos:

a) Artigos que não apresentavam resultados empíricos ou discussões teóricas relevantes;
b) Publicações duplicadas ou de fontes não revisadas por pares.

Após a seleção, os artigos foram analisados qualitativamente. A análise envolveu a identificação de conceitos-chave, principais resultados, metodologias aplicadas e lacunas de conhecimento sobre o tema. Os dados extraídos foram organizados em categorias temáticas para facilitar a interpretação. A síntese da literatura foi realizada com base nas categorias temáticas identificadas, comparando e contrastando os diferentes estudos. Foram destacados os principais consensos e divergências encontrados, bem como as contribuições mais significativas de cada trabalho para a compreensão do tema investigado. (LAKATOS, 2021)
A metodologia adotada apresenta limitações, como a dependência de publicações já disponíveis e a possível exclusão de estudos relevantes não indexados nas bases de dados utilizadas. Além disso, a análise está sujeita à interpretação dos autores, o que pode influenciar a forma como os dados foram sintetizados. A pesquisa bibliográfica e exploratória permite uma ampla compreensão do estado da arte sobre o tema estudado, identificando lacunas que podem direcionar futuras investigações. Apesar das limitações inerentes à metodologia, a sistematização do conhecimento disponível proporciona uma base sólida para o desenvolvimento de novas pesquisas e para a tomada de decisões baseadas em evidências**.**

2.1 Teorias de Desenvolvimento Regional

O interesse pelo desenvolvimento regional, acentuou-se após a Segunda Guerra Mundial, quando diversos teóricos se dedicaram ao estudo da dinâmica regional, buscando encontrar soluções para a superação do subdesenvolvimento. Destacam-se: François Perroux, Gunnar Myrdal, Douglas C. North e Albert Hirschman, representantes das teorias clássicas de crescimento e desenvolvimento regional: a teoria dos polos de crescimento, a teoria da causação circular cumulativa, a teoria da base de exportação e a teoria dos efeitos de encadeamento produtivo respectivamente (LIMA e SIMÕES, 2010).

Para Perroux (1963, p.2), “o crescimento não se apresenta em todas as partes de uma região ao mesmo tempo, mas sim em certos pontos ou polos de crescimento com intensidades variáveis, propagando-se por diversos setores com efeitos finais variáveis dentro do conjunto da economia”. Neste sentido, o autor desenvolve seu trabalho através da análise de três elementos: a indústria motriz, o complexo industrial e a expansão dos polos de crescimento.

A indústria motriz é aquela que se destaca em relação às outras em um processo de crescimento econômico. Durante determinados períodos, apresenta taxas de crescimento de seu produto mais elevadas que as taxas médias de crescimento do produto de todo o setor industrial e do produto da economia nacional em seu conjunto. É considerada uma indústria-chave, pois quando aumenta sua produção, eleva também a produção das demais indústrias

próximas, proporcionando – desta forma – um crescimento maior no sistema produtivo (SESSO FILHO et al, 2021).

De acordo com Perroux (1963), "o complexo industrial não se refere a um conjunto de várias indústrias em contato umas com as outras por meio de relações paretianas. Para entender o conceito de complexo industrial é necessário a compreensão prévia dos conceitos de indústria chave, de regime não concorrencial do complexo e de aglomeração territorial" (PERROUX, 1963, p.7). A indústria chave, conforme apresentado, é a indústria motriz. Assim, a aglomeração territorial, onde existe uma indústria-chave e regime não concorrencial, permite a intensificação das atividades econômicas. (LIMA e SIMÕES, 2010; MADUREIRA, 2015; SESSO FILHO et. al, 2021). A Zona Franca de Manaus (ZFM) pode ser enquadrada na teoria dos polos de crescimento de Perroux. Possui mais de 500 indústrias de alta tecnologia, é considerada como a propagadora do desenvolvimento do Amazonas e dos demais estados que compõem a Amazônia Ocidental: Acre, Rondônia, Roraima e Amapá (SUFRAMA, 2022).

Para Hirschman (1958, p. 115), o desenvolvimento é visto como uma cadeia de desequilíbrios em que o crescimento econômico se manifesta, inicialmente, em setores líderes para, em seguida, espraiar em setores satélites de maneira desequilibrada: Alcança-se uma situação ideal quando um desequilíbrio provoca um movimento desenvolvimentista que, por seu turno, cria um desequilíbrio similar e assim por diante *ad infinitum*.

A ZFM tem relação com esta teoria de Hirschman (1977), uma vez que foi oriunda de um projeto nacionalista do Governo Federal para consolidar e estimular a região. Logo, a ZFM seria introduzida como indústria mestre com a função de induzir o surgimento de outras indústrias satélites que, conforme a teoria de Hirschman, iniciam atividades de fornecimento de bens intermediários desenvolvidos nacionalmente.

O arcabouço teórico que sustenta a criação da Zona Franca de Manaus (ZFM) visando o desenvolvimento regional, modelo econômico do Amazonas, foi criada com base na teoria dos polos de crescimento de Perroux. Contudo, constatou-se também que a polarização espacial, entendida como um processo de centralização e concentração de forças em um determinado polo, por si só não induz nem conduz ao desenvolvimento, se a operação polarizada não vier a ser articulada com o processo de integração. Isso explica por que o modelo ZFM não foi ainda capaz de gerar externalidades produtivas para o interior do estado tampouco a prosperidade gerada pelo Polo Industrial de Manaus (GUILHOTO, 2005).

Desta forma, considerando a teoria dos encadeamentos para frente e para trás proposta por Hirschman, uma economia será avaliada como desenvolvida a partir da existência de atividades que tenham potencial de desenvolver encadeamentos, sobretudo para trás, vez que processo de industrialização dá suporte aos demais setores da economia (SESSO FILHO, 2019).

A análise das três metodologias apresentadas neste trabalho, objetiva apresentar promover o entendimento de cada uma e buscar qual a que melhor se apresenta para promover uma análise de como promover um maior impacto do modelo econômico do estado do Amazonas no interior do estado.

2.2 Índice de Interligação de Rasmussen-Hirschman

O índice de interligação de Rasmussen-Hirschman, IRH, é frequentemente utilizado em análise de matrizes insumo produto para identificar setores críticos de uma economia. Esse índice quantifica o impacto de um setor, separando em duas dimensões: ligação para frente e ligação para trás: O IRH é definido relacionado à matriz insumo produto de Leontief, que é uma ferramenta para capturar as interdependências entre os setores de uma economia. A matriz insumo produto descreve como os produtos de um setor são usados como insumos em outros setores, e como a produção de um setor é usada nos produtos de outros setores. O primeiro

ponto é Ligações para trás e para frente. Ligações para trás indicam a dependência de um setor em relação aos insumos fornecidos por outros setores (VOGT,2022) (VALE, 2022).

2.3 Ligações para Frente e para trás

Setores com fortes ligações para trás consomem muitos insumos de outros setores, o que implica que uma expansão desse setor pode gerar ARG em outros setores da economia. Por outro lado, a ligação para frente indica a importância de um setor como fornecedor de insumos dos produtos de outros setores. Setores com ligações para frente influenciam diretamente a produção de outros setores que usam seus produtos como insumos. A expansão desse último induziria o crescimento em outros setores a jusante na cadeia.

2.4 Cálculo do Índice de Rasmussen-Hirschman

O cálculo do IRH exige a utilização da matriz inversa de Leontief, que reflete a influência total de qualquer mudança na demanda final de qualquer setor em toda a economia. O índice da ligação para trás é a soma das colunas da matriz inversa e a ligação para a frente – a soma das linhas. Ambos os índices são, em seguida, normalizados à média da economia, para determinar a importância relativa dos setores. Aqueles que têm significativamente mais elevadas do que a média, tanto para frente quanto para trás, são chamados de “setores-chave”, desempenhar um papel fundamental no crescimento ou na integração de um determinado sector.

2.4.1 Aplicações do Índice de Interligação de Rasmussen-Hirschman

a) Identificação de Setores-Chave;

   A principal finalidade do IRH refere-se à identificação de setores-chave de uma economia. Setores com maior número de ligações para frente e para trás podem ser considerados como detentores de maior capacidade para interferir nos impactos econômicos e-mail de outros setores. Por exemplo, a definição do relevante papel ocupado pelo agronegócio brasileiro em termos de geração de emprego e divisas para o país, identificou tal setor como prioritário nas proposições do PIB brasileiro para implementação de agroindústrias em economias pouco industrializadas. Por exemplo, quando aplicados em estudos envolvendo o Brasil, o setor de manufaturas de alta tecnologia, como o setor automotivo, por vezes, aparece como um setor-chave, devido à sua alta dependência de insumos de outros setores (ligações para trás) e ao fato de seus produtos serem utilizados para compor outras cadeias produtivas (ligações para frente).

b) Planejamento Regional e Setorial;

   O IRH tem sido muito utilizado em análises regionais, sobretudo em países nos quais diferentes regiões, além de separados por fronteiras artificiais, possuem estruturas produtivas diferentes. Assim, na medida em que é possível identificar propriedades que são sensíveis ao fluxo de produção em economias regionais como a do Amazonas, identifica-se que setores industriais a ele vinculados dependem do seu fluxo de produção, como o setor industrial vinculado a Zona Franca de Manaus. Portanto, políticas públicas de incentivo da expansão produtiva destas propriedades gerarão efeitos multiplicadores relevantes nestas porções do território.

c) Impacto de Políticas Econômicas

   Deste modo, o IRH possibilitaria investigar o impacto da política econômica em subsetores definidos. Se, por exemplo, os setores mais interligados forem subsidiados, a experiência se traduz em maiores ganhos (em termos de crescimento do PIB e do

emprego) econômicos uma vez que essas indústrias superam outras atividades econômicas.

2.4.2 Limitações e Desafios do Índice de Rasmussen-Hirschman

O índice Rasmussen de Hirshman, embora seja menos distorcido e convincente, é limitado em sua análise. Primeiro, o índice geralmente se baseia em uma matriz insumo-produto e, portanto, é dependente da qualidade e da oportunidade dos dados. Por exemplo, em países com economias emergentes, a falta de dados pode tornar os cálculos imprecisos e não confiáveis para análises. Em segundo lugar, a técnica trata apenas de ligações diretas entre os setores e carece do cálculo de ligação pura e de campo de influência, que abrangem relação indireta e de longa distância es elos. Portanto, o IRH é melhor usado em conjunto com outras técnicas analíticas para uma imagem completa e correta das interações econômicas.

2.5 Campos de Influência

De acordo com Sonis (1997), o segundo método é a dos **Campos de Influência**, é um passo acima na análise das interações setoriais. Aqui, mede-se o quão bem a estrutura mudada da matriz de uso final inerente a certos setores. A diferença entre este método e o IRH é que este método não considera apenas os elos diretos, mas também os diretos e de ordem superior, não-linearmente como uma mudança em determinado setor produz efeitos transversais em toda a linha. Isto seria útil em identificar quais são os principais setores em que, se houvesse alguma flutuação nos coeficientes técnicos, causariam um grande efeito cascata na economia. Isto pode ser especialmente útil para o estado do Amazonas, onde existem setores de alta tecnologia e outros mais tradicionais. Assim se demarcaria os setores que se influenciam mutuamente.

2.5.1 Origem e Fundamentação Teórica

Os campos de influência são uma proposta de metodologia desenvolvida como uma extensão da matriz de insumo-produto e, além disso, uma técnica mais simplória dessa análise, isto é, índices de interligação. Enquanto índices de Rasmussen-Hirschman se limitam a capturar a relação direta entre os setores, os campos de influência permitem analisar um efeito de ordem superior, isto é, lutam por medir o impacto indireto de uma mudança dos coeficientes técnicos de um setor na economia em sua totalidade. Campos de influência derivam da matriz inversa de Leontief, que mede como uma variação da disponibilidade de um setor da demanda final afeta a produção na economia.

O diferencial desta metodologia é que ela permite isolar o impacto de variações em setores específicos, mensurando como mudanças nos coeficientes técnicos de um setor afetam o restante da economia, e não apenas medir a dependência ou influência setorial de forma agregada.

2.5.2 Cálculo dos Campos de Influência

O cálculo do campo de influência pressupõe a análise da matriz inversa de Leontief, bem como dos elementos da matriz técnica que descrevem a relação entre os setores econômicos. Com a mudança de um coeficiente técnico específico – que mostra a quantidade de insumo necessária de um setor para produzir uma unidade de produto de outro setor – é possível estudar as consequências dessa mudança para a economia em termos de produção, emprego e demais variáveis. Do ponto de vista prático, a metodologia supracitada significa as modificações em um coeficiente técnico isolado ou grupo deles para demonstrar as consequências do evento.

Então o campo de influência é calculado, incluindo a magnitude do impacto e a amplitude e a direção dos efeitos diretos, indiretos e de alta ordem (SONIS, 1997).

2.5.3 Aplicações dos Campos de Influência

a) identificação de Setores Sensíveis;

Sua aplicação identifica os setores que, quando modificados, geram grandes impactos na economia. Esses setores podem não ser necessariamente os maiores ou mais dinâmicos em termos de produção agregada, mas possuem uma posição central nas cadeias produtivas, influenciando diversos outros setores de maneira significativa.

Por exemplo, em economias industriais, setores como energia, transporte e manufatura de alta tecnologia geralmente mostram grandes campos de influência, devido ao papel central que desempenham em cadeias de suprimento amplas. Identificar esses setores é crucial para formular políticas que maximizem os impactos econômicos positivos de intervenções governamentais ou investimentos privados.

b) Avaliação de Políticas Públicas;

A metodologia também tem sido amplamente utilizada na avaliação de políticas públicas. Ao simular mudanças nos coeficientes técnicos associados a setores que recebem subsídios ou incentivos, é possível medir os efeitos econômicos de tais políticas, não apenas em termos de impacto direto no setor beneficiado, mas também sobre os setores inter-relacionados.

Por exemplo, em um contexto de desenvolvimento regional, se um governo regional decide subsidiar a produção de energia renovável, os campos de influência podem ajudar a identificar os efeitos em setores como transporte, construção e manufatura de equipamentos, fornecendo uma visão completa dos impactos esperados.

c) Planejamento Econômico Regional

A metodologia dos campos de influência tem sido útil para a execução do planejamento do desenvolvimento econômico regional. Regiões que possuem economias baseadas em setores específicos, como agricultura ou mineração, podem usar essa metodologia para identificar quais setores estão mais conectados às atividades produtivas regionais. A partir desses resultados, é possível traçar estratégias que maximizem os efeitos multiplicadores, diversificando a economia regional e promovendo maior resiliência a choques externos.

2.5.4 Limitações da Metodologia dos Campos de Influência

Apesar de suas vantagens, a metodologia dos campos de influência apresenta algumas limitações, sendo a principal delas, a sua dependência da qualidade dos dados da matriz insumo-produto, que podem estar desatualizados ou incompletos, especialmente em economias emergentes. Isso demonstra a importância de se agregar sistemas de captura de informações que empreguem tecnologias de Inteligência Artificial nas suas rotinas, de forma a qualificar as bases de dados que alimentam os sistemas de geração de conhecimento para aplicação de metodologias capazes de auxiliar os processos de tomada de decisão. É importante salientar que o cálculo dos campos de influência pode ser complexo e requer um conhecimento técnico avançado, isso limita a sua aplicação por governos e instituições, principalmente pela indisponibilidade de recursos técnicos e humanos. As limitações para a captura de informações, seu processamento com ferramentas adequadas e a limitação de análise dos resultados são problemas que precisam ser solucionados para o melhor emprego da metodologia.

Uma outra limitação do uso da metodologia é a suposição de que existe uma linearidade implícita nas análises insumo-produto. As mudanças nos coeficientes técnicos podem, na

prática, gerar efeitos não lineares ou comportamentos disruptivos que a metodologia não é capaz de capturar.

2.6 Índices Puros de Ligação

A metodologia dos **índices puros de ligação (IPL)** é uma metodologia mais sofisticada, que foi desenvolvida como uma forma de superar algumas das limitações dos índices tradicionais de interligação. Uma de suas características básicas é possibilitar a eliminação dos efeitos espúrios causados pelo autoconsumo setorial, corrigindo também possíveis distorções que podem impactar as ligações diretas entre setores. Assim, os IPL são uma medida mais "pura" das ligações econômicas, dando ênfase nos efeitos líquidos das inter-relações setoriais.

Enquanto o IRH mede os impactos brutos de ligações para frente e para trás, o IPL isola as interações líquidas entre os setores, oferecendo uma visão mais refinada e precisa das conexões econômicas. No caso específico do estado do Amazonas, onde setores industriais altamente interligados podem distorcer os resultados promovidos pelos índices tradicionais, o IPL oferece uma ferramenta importante para identificar os setores com maior influência líquida (GUILHOTO, 1995).

2.6.1 Origem e Fundamentação

Os Índices Puros de Ligação foram desenvolvidos como uma extensão das análises tradicionais de matrizes insumo-produto. Enquanto o Índice de Interligação de Rasmussen-Hirschman mede as ligações diretas e indiretas entre setores, os IPLs ajustam esses valores para eliminar os efeitos de autoconsumo. Isso possibilita uma análise mais precisa da dependência setorial, revelando a verdadeira importância de um setor como fornecedor e consumidor de insumos na economia.

A metodologia dos IPLs foi popularizada por autores como Guilhoto (2009), que buscaram aprimorar as técnicas de análise estrutural de economias, proporcionando uma visão mais clara das cadeias de interdependência setorial.

2.6.2 Cálculo dos IPLs

O cálculo dos IPLs é derivado da matriz inversa de Leontief, que mede o impacto total de uma mudança na demanda final de um setor sobre toda a economia. Para calcular os IPLs, subtraem-se as parcelas referentes ao autoconsumo setorial dos índices de interligação, isolando as interações puras entre diferentes setores.

Os IPLs podem ser divididos em dois componentes principais, que são:

a) **Índices Puros de Ligação para Trás (Backward Linkages)**: Refletem o quanto um setor depende de insumos fornecidos por outros setores;
b) **Índices Puros de Ligação para Frente (Forward Linkages)**: Medem a importância de um setor como fornecedor de insumos para outros setores.

A eliminação do autoconsumo setorial permite identificar setores que desempenham um papel realmente estratégico na economia, não inflacionando sua importância devido à sua própria utilização de insumos (LEONTIEF, 1986).

2.6.3 Aplicações dos Índices Puros de Ligação

a) Identificação de Setores-Chave

Os IPLs são amplamente utilizados para identificar **setores-chave** em uma economia, ou seja, setores que possuem alta interdependência com outros e, portanto, são fundamentais

para o crescimento econômico. Diferente de abordagens tradicionais, os IPLs garantem que os setores sejam avaliados com base em sua verdadeira capacidade de influenciar outros setores, excluindo o efeito inflacionado de autoconsumo.

Em muitos estudos aplicados, como os realizados em economias emergentes, setores como **manufatura de alta tecnologia**, **energia** e **indústria extrativa** aparecem como setores-chave com altos IPLs, devido à sua forte conexão com outras atividades produtivas.

b) Planejamento Regional e Setorial

No contexto do **planejamento regional**, os IPLs são particularmente úteis para analisar economias regionais, onde a estrutura produtiva pode ser fortemente concentrada em poucos setores. Ao aplicar os IPLs, é possível identificar quais setores são verdadeiramente estratégicos para a região, orientando políticas de diversificação econômica e investimentos em setores com maior potencial de gerar crescimento e emprego. Por exemplo, em regiões altamente dependentes de setores como **agricultura** ou **mineração**, os IPLs podem revelar que o fortalecimento de setores de suporte, como transporte e serviços logísticos, é fundamental para alavancar a economia regional.

c) Avaliação de Políticas Públicas

Os IPLs também têm sido amplamente aplicados na **avaliação de políticas públicas**. Ao analisar como incentivos ou subsídios a determinados setores afetam suas ligações com outros, os formuladores de políticas podem tomar decisões mais embasadas. Por exemplo, ao subsidiar setores com altos IPLs, é possível gerar maiores efeitos multiplicadores, uma vez que esses setores influenciam fortemente o restante da economia.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Estrutura Econômica do Amazonas

A economia do Amazonas é caracterizada pela predominância do setor industrial, fortemente concentrado na Zona Franca de Manaus (ZFM), além dos setores de serviços e extrativo. As atividades industriais estão ligadas principalmente à produção de eletrônicos, motocicletas e bens de consumo duráveis, enquanto o setor extrativo é dominado pela exploração de recursos naturais, como a pesca, madeira e mineração.

Analisar essas inter-relações setoriais permite identificar quais setores são mais centrais para o desenvolvimento econômico regional e, portanto, quais devem ser alvo de políticas públicas para promover crescimento sustentável e redução de vulnerabilidades econômicas. (SEDECTI,2023)

3.2 Comparação dos Resultados dos Índices

3.2.1 Índice de Interligação de Rasmussen-Hirschman (IRH)

Aplicando o IRH à economia do estado do Amazonas, é possível verificar que o setor industrial que tem grande participação do setor eletroeletrônico e de bens duráveis, como o polo duas rodas, apresenta altos índices de ligação para trás, indicando uma forte dependência de insumos intermediários provenientes de outros setores. Isso reflete a importância de cadeias de suprimentos para a sustentabilidade desse setor. Setores extrativos e de serviços, por outro lado, apresentam índices de ligação para frente, sugerindo que esses setores influenciam significativamente outros segmentos da economia, como o comércio e a logística.

3.2.2 Campos de Influência

Os resultados dos campos de influência destacam o impacto de mudanças nos setores industriais e extrativos sobre toda a economia amazonense. Pequenas alterações na produção industrial podem repercutir amplamente em setores de serviços e comércio, evidenciando a dependência mútua entre esses setores. Essa abordagem mostra que políticas voltadas para a indústria podem ter efeitos multiplicadores consideráveis sobre o conjunto dos setores da economia. Isso pode se tornar mais importante se forem incluídos na cadeia produtiva, inovações baseadas em produtos e insumos inovadores derivados da biodiversidade regional, o que já ocorre no setor de embalagens.

3.2.3 Índices Puros de Ligação (IPL)

Os IPL indicam que, embora o setor industrial tenha uma forte presença na economia do Amazonas, seu impacto líquido sobre outros setores podem ser menor do que o sugerido pelos índices brutos. Isso pode causar uma distorção na análise econômica das atividades do estado e levar à uma tomada de decisões contaminada e errônea. Setores como o de serviços e transporte, embora menos evidentes em análises tradicionais, mostram-se mais resilientes e menos dependentes das cadeias industriais, indicando um equilíbrio maior do que o inicialmente identificado pelo IRH.

Uma comparação entre as metodologias apresentadas neste artigo, permite inferir que cada uma oferece uma perspectiva diferenciada sobre as inter-relações econômicas no estado do Amazonas. O IRH captura as interligações brutas, enquanto os campos de influência ampliam o foco para efeitos indiretos e os IPL refinam os impactos líquidos. No contexto do Amazonas, onde a Zona Franca de Manaus domina a economia regional, entender essas nuances é essencial para a formulação de políticas econômicas eficazes.

As políticas de incentivo ao setor industrial, por exemplo, podem gerar impactos positivos em toda a economia, mas é importante garantir que esses incentivos sejam equilibrados com políticas de desenvolvimento de setores de serviços e transporte, que são mais resilientes às flutuações econômicas globais.

4. CONCLUSÃO

A avaliação das inter-relações setoriais do estado do Amazonas através dos índices de Rasmussen-Hirschman, campos de influência e índices puros de ligação fornece uma compreensão abrangente da estrutura econômica do estado. Cada metodologia oferece *insights* únicos que, uma vez combinados, podem possibilitar a proposta de políticas públicas mais eficazes. Uma fragilidade encontrada no emprego das metodologias apresentadas pelo trabalho, está na indisponibilidade de dados que possam ser empregados, com a confiabilidade necessária, para uma tomada de decisão qualificada. A implementação de ferramentas de coleta de informações estratégicas para esta finalidade, é fundamental para que os tomadores de decisão possam dispor de uma base de dados que permita que medidas necessárias sejam tomadas, com a velocidade exigida para que haja efetividade nos resultados. Para que isso ocorra, é fundamental a implementação de tecnologias que possibilitem a captura em tempo real do comportamento de cada um dos setores e atividades, possibilitando que modelos matemáticos promovam a simulação dos impactos que ocorrerão nos setores interligados, conforme a identificação do conjunto de metodologias apresentadas. As tecnologias da Indústria 4.0 são instrumentos facilitadores deste processo, dotando o sistema de previsão da base de dados necessária para uma competente resposta por parte das políticas públicas.

No futuro, uma abordagem integrada, que utilize todas essas ferramentas de forma integrada a uma base de dados qualificada pelo uso de Inteligência Artificial, pode ser a chave para promover o desenvolvimento econômico sustentável do Amazonas, com resultados espraiados para pelo menos parte dos seus municípios.

REFERÊNCIAS

Guilhoto, J. J. M., & Morrison, W. I. (1995). *Economic Linkages and Key Sectors in a Regional Context*.

Guilhoto, J. J. M.; Sesso, U. A. F. (2005). Análise da estrutura produtiva da Amazônia brasileira. Munich Personal RePEc Archive. Disponível em: http://mpra.ub.uni-muenchen.de/38211/Electroniccopyavailableat:https://ssrn.com/abstract=2409206Electroniccopyavailableat:https://ssrn.com/abstract=2409206. Acesso em: 12 abr. 2022.

Guilhoto, J. J. M. (2009). Análise de Insumo-Produto: teoria e fundamentos. USP. 74 p. São Paulo.

Hirschman, A. O. (1958). The Strategy of Economic Development. New Haven: Yale University Press.

Hirschman, A.(1977). Transmissão Inter-Regional e Internacional do Crescimento econômico. In: Schwartzman, J. Economia Regional: Textos escolhidos. CEDEPLAR, (p.35-52). Belo Horizonte.

IBGE (2010). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE Cidades - Censo de 2010. IBGE. Rio de Janeiro.

IBGE (2019). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Contas Regionais do Brasil – 2019. IBGE. Rio de Janeiro. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9054-contas-regionais-do-brasil.html?edicao=32177&t=resultados. Acesso em: 15 abr. 2022

IBGE (2021). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE Cidades. IBGE. Rio de Janeiro. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/. Acesso em: 15 abr. 2022.

IBGE (2022). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE Cidades. IBGE. Rio de Janeiro. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/. Acesso em: 15 abr. 2022.

Lakatos, Eva M.; Marconi, Marina de A. (2021). Metodologia do Trabalho Científico. Ed. Atlas, SP.

Leontief, W. W. (1986). A economia do insumo-produto. 2. ed. Nova Cultural. São Paulo.

Lima, A.C.C.; Simões, R. F. (2010). Teorias clássicas do Desenvolvimento Regional e suas implicações de política econômica: o caso do Brasil. Revista de Desenvolvimento Econômico. Ano XII, nº21. Salvador.

Madureira, Eduardo Miguel Prata (2015). Desenvolvimento regional: principais teorias. Revista Thêma et Scientia, v. 5, n. 2.

Perroux, François; Nunes, A. Sedas (1963). A Ideia de Progresso perante a Ciência Económica do nosso tempo. Análise Social, p. 173-182.

SEDECTI (2019). Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação. Produto Interno Bruto dos Municípios Ano 2019. Amazonas, 2019. Disponível em: https://www.sedecti.am.gov.br/wp-content/uploads/2021/12/PIB_municipal_2019.pdf. Acesso em: 12 abr. 2022.

Sesso Filho, U. A., *et al*.(2021). Estrutura Produtiva da Economia Brasileira e Setores-Chave para o Desenvolvimento. REPAE-Revista de Ensino e Pesquisa em Administração e Engenharia, v. 7, n. 2, p. 18-35.

Sonis, M., Hewings, G. J., & Guo, J. (1997). *Fields of Influence in Input-Output Systems*.

SUFRAMA (2019). Modelo Zona Franca de Manaus. O que é o Projeto ZFM?. Disponível em: http://www. suframa.gov.br. Acesso em: 12 abr. 2022

Vale, V. A.; Perobelli, F. S. (2020). Análise de Insumo-Produto: teoria e aplicações no R. Núcleo de Estudos em Desenvolvimento Urbano e Regional (NEDUR) da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba-PR. Disponível em: http://www.nedur.ufpr.br/portal/cursos. Acesso em: 12 abr. 2022.

Vogt, C. M., Silva, S. F. M., Lobo, J. F. H., Brandão, I., Alencar, D. A. (2022). Políticas de transferência de renda na Amazônia legal: uma análise do programa Renda Pará a partir da matriz insumo-produto. XX ENABER – Salvador 2022. Salvador. Disponível em: https://brsa.org.br/wp-content/uploads/wpcf7-submissions/7412/Políticas-de-transferência-de-renda-na-Amazônia-legal_ID.pdf. Acesso em: 12 abr. 2022.