



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS



GIORDANO BRUNO BERNARDES CRISTOFANO BASSO

**COMPLEXIDADE ECONÔMICA E DESENVOLVIMENTO HUMANO:
ESTRATÉGIAS PARA O DESENVOLVIMENTO DA ÁSIA E AMÉRICA
LATINA**

MARIANA - MG

2025

Giordano Bruno Bernardes Cristofano Basso

COMPLEXIDADE ECONÔMICA E DESENVOLVIMENTO HUMANO:
ESTRATÉGIAS PARA O DESENVOLVIMENTO DA ÁSIA E AMÉRICA LATINA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora da Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.
Orientador: Prof. Dr. Diogo Ferraz

Mariana - MG

2024

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

B322c Basso, Giordano Bruno Bernardes Cristofano.
Complexidade econômica e desenvolvimento humano [manuscrito]:
estratégias para o desenvolvimento da Ásia e América Latina. / Giordano
Bruno Bernardes Cristofano Basso. - 2024.
58 f.: il.: gráf., tab..

Orientador: Prof. Dr. Diogo Ferraz.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto.
Instituto de Ciências Sociais Aplicadas. Graduação em Ciências
Econômicas .

1. Econometria. 2. Desenvolvimento econômico - Aspectos sociais. 3.
Geografia econômica. 4. América Latina. 5. Ásia. I. Ferraz, Diogo. II.
Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 330.43

Bibliotecário(a) Responsável: Essevalter De Sousa - Bibliotecário Coordenador
CBICSA/SISBIN/UFOP-CRB6a1407



FOLHA DE APROVAÇÃO

Giordano Bruno Bernardes Cristofano Basso

Complexidade Econômica e Desenvolvimento Humano: estratégias para o desenvolvimento da Ásia e América Latina

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas

Aprovada em 03 de Dezembro de 2024

Membros da banca

Doutor - Diogo Ferraz - Orientador - Universidade Federal de Ouro Preto
Doutor - Francisco Horácio Pereira de Oliveira - Universidade Federal de Ouro Preto
Doutora - Jordana Silva - Abdul Lati f Jameel Poverty Acti on Lab

Dr. Diogo Ferraz, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 03/12/2024



Documento assinado eletronicamente por **Diogo Ferraz, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 03/12/2024, às 15:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0820954** e o código CRC **AFBD766B**.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer aos meus pais, Daniela Bernardes e Paulo Cesar Cristofano Basso, por sempre acreditarem em mim, por sempre fazerem todo o possível para me ajudar, por sempre me apoiarem e por tornar toda essa jornada em busca dos meus sonhos possível.

Gostaria de agradecer a toda minha família, por sempre torcer pelo meu sucesso, por sempre acreditar em minha capacidade de alcançar meus objetivos e por sempre ser um porto seguro para o qual eu sempre posso retornar.

Quero agradecer à minha namorada, companheira e melhor amiga Livia Salles, que viveu comigo toda a luta do vestibular para entrar em uma universidade em meio à uma pandemia global, que viveu comigo e me deu suporte em cada dia nessa nova vida, para que eu me mantivesse motivado em meus objetivos.

Agradeço também ao meu orientador Diogo Ferraz, que sempre foi um excelente professor, não só por seu conteúdo acadêmico, mas por sempre ser paciente em me explicar todas as questões que tive no caminho, por sempre acreditar em meus projetos e capacidade de realizá-los.

Por fim, quero agradecer a todos os professores, amigos e colegas que direta ou indiretamente contribuíram para esse processo. É a união de uma série de pequenos empurrões que permitiu que esse longo caminho fosse trilhado e concluído.

Muito obrigado a todos!

"É a prova de uma mente inferior o desejar pensar como as massas ou como a maioria, somente porque a maioria é a maioria. A verdade não muda porque é, ou não é, acreditada por uma maioria das pessoas." (Giordano Bruno)

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo discutir o impacto da sofisticação da estrutura produtiva sobre o desenvolvimento humano em duas grandes regiões do sul global, América Latina e Sul/Sudeste Asiático. Para isso, foram utilizados os modelos *Feasible Generalized Least Square* (FGLS) e *Fixed Effects Driscoll-Kraay* (FE-DK) e dados em painel, de 1960 a 2022 para a análise temporal dos dados. Além disso, foi realizada a revisão da literatura sobre o tema. O intuito é comparar níveis de complexidade econômica, e observar como as variáveis afetam o desenvolvimento humano. Os resultados encontrados apontam que a estratégia adotada pelos países latinos de produção de *commodities* é contraproducente, pensando no desenvolvimento humano dessas regiões.

Palavras-chave: Complexidade Econômica, Desenvolvimento Humano, América Latina, Ásia, Econometria

ABSTRACT

This study aims to discuss the impact of the sophistication of the productive structure on human development in two major regions of the Global South: Latin America and South/Southeast Asia. For this purpose, Feasible Generalized Least Squares (FGLS) and Driscoll-Kraay Fixed Effects (FE-DK) models were employed, along with panel data spanning from 1960 to 2022 for temporal data analysis. Additionally, a literature review on the topic was conducted. The goal is to compare levels of economic complexity and examine how the variables affect human development. The findings indicate that the strategy adopted by Latin American countries of focusing on commodity production is counterproductive for the human development of these regions.

Keywords: Economic Complexity, Human Development, Latin America, Asia, Econometrics

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 ESTRATÉGIAS DE CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO	11
2.1 Modelos de crescimento econômico	11
2.2 CEPAL e a Teoria da Deterioração dos Termos de Troca	22
3 COMPLEXIDADE ECONÔMICA	25
3.1 Índice de Complexidade Econômica	28
4 A RELAÇÃO ENTRE DESENVOLVIMENTO HUMANO E ESTRUTURA PRODUTIVA	33
5 MÉTODO	41
5.1 Variáveis Utilizadas	41
5.2 Modelos por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO)	42
5.3 Dados em Painel	42
5.4 Modelo de Mínimos Quadrados com Variáveis <i>dummy</i> para efeito fixo (MQDV)	42
5.5 Modelo de efeitos fixos dentro de um grupo (DG)	43
5.6 O modelo de efeitos aleatórios (MEA)	44
5.7 Teste de Hausman	45
CAPÍTULO 6 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
6.1 Testes econométricos	47
6.2 Estimativas Econométricas	48
CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
REFERÊNCIAS	56

INTRODUÇÃO

Diversas escolas do pensamento econômico propõem diferentes estratégias para que os países alcancem o desenvolvimento econômico (MARX, 1867; SCHUMPETER, 1911; KEYNES, 1936; HIDALGO e HAUSMANN, 2014). Diversos economistas defendem que, para além do crescimento econômico, as nações devem promover desenvolvimento humano e liberdade de escolha para os indivíduos (SEN, 1999). Neste aspecto, o objetivo primordial dos formuladores de políticas públicas é garantir a qualidade de vida e oportunidades para população. Entretanto, a literatura especializada ainda analisa os determinantes para a promoção do desenvolvimento humano, em especial, para as regiões menos desenvolvidas (i.e., América Latina e África).

A principal crítica proposta pela abordagem do desenvolvimento humano é que o crescimento econômico não necessariamente se traduz em qualidade de vida (SEN, 1999; MARIANO, 2019). Por exemplo, o Brasil apresentou crescimento do Produto Interno Bruto (PIB), mas historicamente continua sendo um país desigual (World Inequality Lab, 2023). Neste sentido, a abordagem de Sen (1999) apresenta o desenvolvimento humano como o desenvolvimento das capacidades dos indivíduos, isto é, oferecer às pessoas condições para vivenciarem aquilo que valorizam.

Segundo Sen (1999), inicialmente, é necessário prover o acesso às necessidades básicas como saúde, educação e segurança. Esta promoção de necessidades básicas é definida como oportunidades sociais (SEN, 1999). Em segundo lugar, é necessário inserir os indivíduos no sistema econômico, o que é representado pelas facilidades econômicas. Em outros termos, os indivíduos devem ter acesso ao mercado de trabalho e ao consumo de bens e serviços. Entretanto, a literatura ainda discute sobre as formas para alcançar o desenvolvimento humano no mundo moderno (FERRAZ et al., 2021).

De acordo com Hartmann (2012), a sofisticação da estrutura produtiva, representada pela abordagem da Complexidade Econômica (HIDALGO, C. e HAUSMANN, R., 2011), pode ser um meio eficaz para gerar desenvolvimento humano. Isto porque, o caminho para a criação de melhores oportunidades ocorre por meio da diversificação e sofisticação da estrutura produtiva. Por exemplo, uma sociedade mais complexa oferece melhores oportunidades, maiores salários e exige maior capital humano do que sociedades que possuem tecido produtivo com poucos setores tecnológicos.

Neste aspecto, diversificação e sofisticação da produção têm sido analisadas como fatores relevantes para promover o desenvolvimento humano. A estrutura produtiva influencia

os tipos de postos de trabalho que serão criados, ou seja, quais as oportunidades disponíveis aos indivíduos (HARTMANN, 2012). O acesso a boa formação acadêmica não é suficiente quando não há oportunidades para aplicar a produção de conhecimentos (AROCENA e SUTZ, 2005). Com base nisso, diversos economistas demonstraram como a diversificação na economia impulsiona o crescimento econômico (JACOBS, 1969; PASINETTI, 1981, 1983; SAVIOTTI, 1996). Dessa forma, a sofisticação da estrutura produtiva permite aos indivíduos ocuparem postos de trabalho especializados, com melhores salários, gerando renda e permitindo a abertura de novas oportunidades em um ciclo virtuoso.

Para verificar empiricamente essas formulações teóricas, o “*The Atlas of Economic Complexity*” apresenta os principais conceitos da Complexidade Econômica (HIDALGO, C. e HAUSMANN, R., 2011). Ela se refere ao valor agregado de produtos exportados por um país ou região. Este valor, se traduz em quantas indústrias e tipos de conhecimentos são necessários para produzir um produto e em quantos outros países são capazes de fabricar estes bens.

Entretanto, ainda não está claro como a sofisticação da estrutura produtiva pode corroborar para o desenvolvimento humano em países emergentes. Esta monografia busca responder: Qual a influência da estrutura produtiva como estratégia de desenvolvimento econômico para alcançar o desenvolvimento humano em regiões emergentes? Neste aspecto, o objetivo deste trabalho é mensurar o impacto da sofisticação produtiva sobre o desenvolvimento humano na Ásia e na América Latina. A fim de atender o objetivo geral desta monografia, os objetivos específicos são:

- a) Revisar a literatura sobre sofisticação da estrutura produtiva e sobre desenvolvimento econômico e humano;
- b) Coletar dados estatísticos sobre o tema proposto para a América Latina e Ásia;
- c) Estimar um modelo econométrico para o desenvolvimento humano nessas regiões;
- d) Com base nos resultados encontrados, analisar as diferenças entre as estratégias adotadas pelas regiões analisadas.

Por meio do arcabouço teórico, pode-se observar divergências quanto às estratégias de desenvolvimento dos países, além de certa falta de dados com relação a países em desenvolvimento. Portanto, este trabalho contribui para a literatura especializada ao realizar uma comparação entre os dados e as estratégias adotadas de duas regiões em desenvolvimento distintas. Além disso, este projeto busca verificar o impacto de variáveis relacionadas à Complexidade Econômica no desenvolvimento humano. Isto é relevante, pois demonstra que a estrutura produtiva pode ser eficaz para além do crescimento do PIB. Em outros termos, a

sofisticação da estrutura produtiva pode demonstrar ser uma estratégia adequada para o objetivo final do desenvolvimento, ou seja, o desenvolvimento humano.

Este artigo está dividido em 7 principais tópicos que o estruturam. Além da introdução, a segunda seção tratará dos principais modelos de crescimento econômico e de seus avanços quanto à percepção do sistema econômico. A terceira seção explicará o conceito de Complexidade Econômica, seus mecanismos e exemplos. Essa seção também se dedicará ao índice de complexidade econômica, o que ele mede, como é calculado, e exemplos práticos de sua aplicação, além das críticas que podem ser feitas. A quarta seção se dedicará a relacionar o desenvolvimento humano com o desenvolvimento econômico, mostrando diferentes casos que relacionam esses tópicos. A quinta seção trará o método utilizado. A sexta e sétima os resultados encontrados, além de discuti-los, suas implicações, além da seção de referências bibliográficas.

CAPÍTULO 2 – ESTRATÉGIAS DE CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

2.1 - Modelos de Crescimento Econômico

A literatura econômica apresenta diversos modelos de crescimento, a fim de compreender o processo de desenvolvimento econômico das nações. Neste aspecto, este capítulo discute os modelos apresentados pela literatura internacional, de modo a apresentar os principais determinantes do crescimento e desenvolvimento econômico.

Adam Smith (1776) mostra que a questão do porquê determinados países obtêm sucesso econômico e outros não, é de interesse dos estudos econômicos desde de seu marco de criação. Um ponto central para Smith é a defesa do livre comércio, a ideia de que a concorrência traz ganhos maiores que o protecionismo, contrariando os mercantilistas, corrente até então predominante. Além disso, a divisão do trabalho é outro tópico importante, onde tanto dentro das empresas, quanto a divisão do trabalho na sociedade, seriam essenciais para o aumento da produtividade. Com maior eficiência dos processos produtivos, maior crescimento.

Segundo Thomas Malthus (1798) a relação entre crescimento produtivo e crescimento populacional precisaria ser resolvida. Ele acreditava que a população crescia em progressão geométrica enquanto a produção crescia em progressão aritmética. De outro modo, Malthus temia que o número de pessoas ultrapassasse a produção de alimentos, tornando assim insustentável a manutenção da sociedade. O erro do autor foi não considerar que os avanços tecnológicos e de processos, aumentariam exponencialmente a produção ao longo do tempo.

As discussões sobre o crescimento econômico das nações e suas consequências, nasceram junto ao estudo da economia e se desenvolveram em paralelo, passando por autores como J.B. Say (1803) , David Ricardo (1818), Karl Marx (1867), Schumpeter (1912), entre outros. Entretanto, a discussão sobre o crescimento econômico não está devidamente sistematizada e quantificada nesses trabalhos. É a partir do modelo de Solow que se iniciará esse tipo de análise sobre o assunto.

Em economia a ideia de modelos é muito presente, sendo a base e ponto de discussão dos diferentes ramos desse campo de estudo. De modo geral, os modelos econômicos são ferramentas que buscam demonstrar alguma parte do sistema econômico através da matemática (JONES, VOLLRATH, 2016). Para que sejam possíveis, na maioria dos casos,

são feitas simplificações e considerados constantes diversos fatores, sendo assim, os modelos seriam como maquetes da realidade, que tentam representá-la da melhor maneira possível.

Os modelos apresentados neste capítulo têm como inspiração o trabalho de Jones (2000). No caso do modelo de Solow, considera-se apenas um bem, que para os fins de análise de crescimento entende-se como sendo o PIB. Além disso, a tecnologia é entendida como exógena, ou seja, não há inovação, e também não há comércio internacional, as economias são fechadas.

O modelo conta com duas equações principais, a função de produção e a equação de acumulação de capital. No caso da primeira, a ideia é entender como os insumos se combinam de modo a gerar um produto, representada pela Equação 1:

$$Y = F(K, L) = K^\alpha L^{1-\alpha} \quad (1)$$

onde, Y é o produto; K é o capital; L é o trabalho.

Em termos *per capita*, como o modelo considera que toda população é trabalhadora, basta dividir a função toda por L, representado em 2 e após as transformações chegando em 3.

$$\frac{Y}{L} = \frac{K^\alpha L^{1-\alpha}}{L} \quad (2)$$

$$y = \frac{K^\alpha L^1}{L L^\alpha} = \frac{K^\alpha}{L^\alpha} = \left(\frac{K}{L}\right)^\alpha$$

$$y = k^\alpha \quad (3)$$

$$y = \frac{Y}{L} \text{ e } k = \frac{K}{L}$$

Considera-se também que há um grande número de empresas (concorrência perfeita), e essas pagam um salário w aos funcionários e um aluguel r ao capital. Dado que as empresas buscam lucro, elas procuram maximizar a função, representada na equação 4.

$$\max F(K, L) - rK - wL \quad (4)$$

Dadas as condições de primeira ordem, têm-se:

$$w = \frac{\partial F}{\partial L} = (1 - \alpha) \frac{Y}{L} \quad (5)$$

$$r = \frac{\partial F}{\partial K} = \alpha \frac{Y}{K} \quad (6)$$

Onde serão contratados funcionários até o ponto em que w se iguale ao produto marginal do trabalho, e o capital será alugado até o ponto em que r se iguale ao produto marginal do capital. Essa primeira equação mostra que com mais capital por trabalhador mais produto é gerado, contudo há medida que esse capital cresce o retorno diminui, ou seja, retornos decrescentes de escala (JONES, 2000).

Para entender a próxima equação é necessário destacar que o modelo de Solow faz parte dos neoclássicos. Isso é importante, pois uma das hipóteses consideradas é que primeiro a renda é poupada para posteriormente ser investida. Assim, temos as seguintes equações:

$$s = \frac{S}{Y} e I = sY \quad (7)$$

A segunda equação, de acumulação do capital, é dada por:

$$K' = sY - \delta K \quad (8)$$

Essa equação mostra que a variação dos estoques de capital K será igual ao investimento sY menos a depreciação que ocorre no processo produtivo δK , onde:

$$K' \text{ é a variação de } K \text{ no tempo, } K' \equiv \frac{\partial K}{\partial t};$$

sY é o investimento bruto, sendo s fração constante da renda poupada/investida;

δK é a depreciação, sendo δ a taxa de depreciação do estoque de capital.

Assim como na função de produção, pode-se colocar essa segunda equação em termos *per capita* de modo a obter o capital por trabalhador. Para isso alguns rearranjos são necessários:

Exemplo 1

$$k = \frac{K}{L} \rightarrow \log k = \log K - \log L$$

$$\frac{k'}{k} = \frac{K'}{K} - \frac{L'}{L}$$

Exemplo 2

$$y = k^\alpha \rightarrow \log y = \alpha \log K$$

$$\frac{y'}{y} = \alpha \frac{k'}{k}$$

Outro ponto a se destacar para o entendimento do modelo é a taxa de crescimento da força de trabalho $\frac{L'}{L}$, dado que considera-se que a participação da força de trabalho é constante, e que cresce dado o parâmetro n . Ou seja, se $n = 0,01$, a taxa de crescimento da força de trabalho cresce 1%. Sendo isso expresso por:

$$L(t) = L_0 e^{nt} \quad (9)$$

Combinando o exemplo 1 a equação de acumulação temos:

$$\begin{aligned} \frac{k'}{k} &= \frac{\frac{sY}{L}}{\frac{K}{L}} - n - \delta \\ &= \frac{sy}{k} - n - \delta \end{aligned}$$

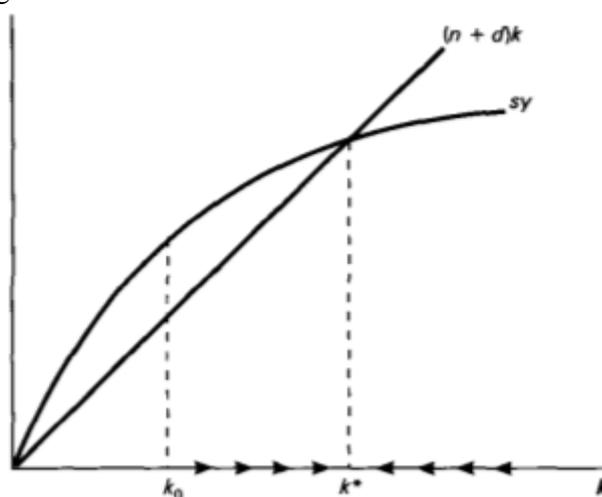
Resultando na equação de acumulação de capital por trabalhador:

$$\begin{aligned} k' &= sy - (n + \delta)k \\ k' &= sy - nk - \delta k \quad (10) \end{aligned}$$

Onde a variação do capital por trabalhador aumenta com o investimento por trabalhador sy , e é reduzida tanto pela depreciação por trabalhador δk , quanto pelo crescimento populacional nk . A cada período surgem nL novos trabalhadores, com isso o capital por trabalhador diminui, dado o aumento da força de trabalho sem o aumento do investimento ou depreciação.

Apresentadas as equações fundamentais do modelo, agora pode-se tirar conclusões a partir delas. Para isso, o diagrama de Solow demonstra graficamente como se dá a relação entre a variação do capital dado o investimento e depreciação/crescimento populacional.

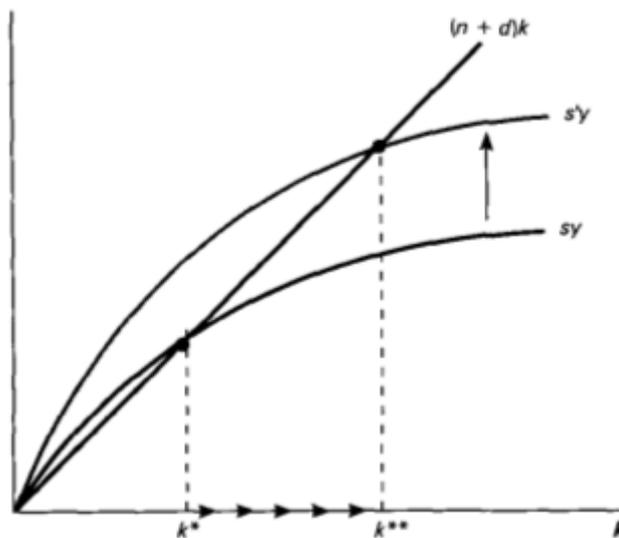
Figura 1 - O Diagrama Básico de Solow



Fonte: Jones(1997, pág. 23)

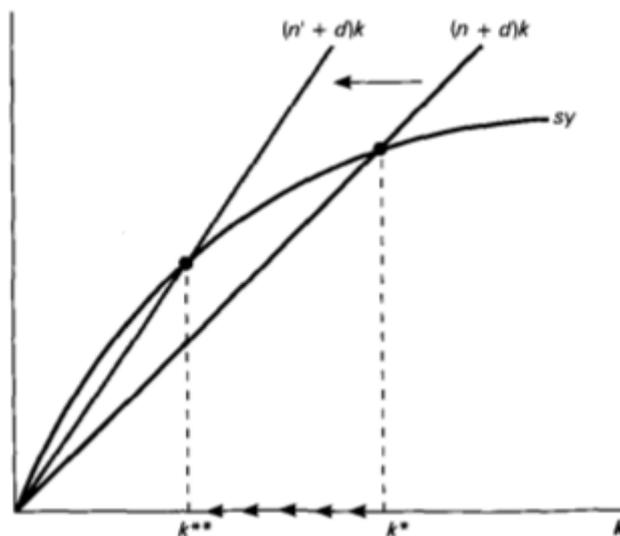
Onde, do ponto de origem até k^* , $sy > (n + \delta)k$, o que mostra que o investimento é maior que a depreciação, gerando assim acumulação de capital. À direita do ponto k^* há uma desacumulação de capital, a depreciação supera o investimento. Logo o ponto k^* é o estado estacionário da economia, onde o investimento e a depreciação são iguais. Esse é o ponto para o qual a economia tende a seguir.

A partir desse ponto estacionário, pode-se supor por exemplo que devido a fatores como uma política monetária, o governo incentivou a poupança. Dada a hipótese de que toda poupança torna-se investimento, haverá um deslocamento da curva sy :

Figura 2 - Aumento da Taxa de Investimento

Fonte: Jones(1997, pág. 25)

Observa-se que o estado estacionário passou de k^* para k^{**} . Até chegar a esse ponto, houve acumulação de capital, ou seja, houve um aumento da renda *per capita* nesse país. De forma contrária, se houvesse um aumento populacional sem que o investimento acompanhasse, a renda cairia até um estado estacionário menor:

Figura 3 - Aumento do Crescimento Populacional

Fonte: Jones(1997, pág. 25)

A partir dessas conclusões, o modelo simples de Solow tenta dar resposta à questão da desigualdade entre os países. Os países com maiores taxas de investimento são mais ricos, enquanto os países com maiores taxas de crescimento populacional tendem a ser mais pobres (JONES, 2000).

Apesar dessa conclusão inicial, o modelo de Solow falha ao entender que há um ponto de finitude ao crescimento, sendo que na realidade os países mantêm um crescimento

sustentado ao longo do tempo. Para resolver esse problema, acrescenta-se à função de produção a variável tecnologia, representada por A :

$$Y = F(K, AL) = K^\alpha (AL)^{1-\alpha} \quad (11)$$

Desse modo, a tecnologia passa a ser um potencializador do trabalho. O aumento de A significa um progresso tecnológico, apesar de mantida a hipótese que a tecnologia é exógena. Desse modo, os avanços tecnológicos acontecerão dada uma taxa g de crescimento:

$$g = \frac{A'}{A}$$

Ao dividir a função de produção com tecnologia por L , obtêm-se a função de produto por trabalhador:

$$y = k^\alpha A^{1-\alpha} \quad (12)$$

Para um melhor entendimento, pode-se logaritmizar e derivar esta função, como forma de observar a variação das taxas de suas variáveis:

$$\begin{aligned} \ln(y) &= \alpha \ln(k) + (1 - \alpha) \ln(A) \\ \frac{d(\ln(y))}{dt} &= \alpha \frac{d(\ln(k))}{dt} + (1 - \alpha) \frac{d(\ln(A))}{dt} \\ \frac{y'}{y} &= \alpha \frac{k'}{k} + (1 - \alpha) \frac{A'}{A} \quad (13) \end{aligned}$$

Onde a variação da taxa de crescimento do produto por trabalhador y , depende da variação da taxa de crescimento do capital por trabalhador e da variação da taxa de crescimento tecnológico. Quando todas essas taxas crescem juntas, têm-se o crescimento equilibrado.

Com a inclusão da tecnologia, as variáveis por trabalhador também serão modificadas:

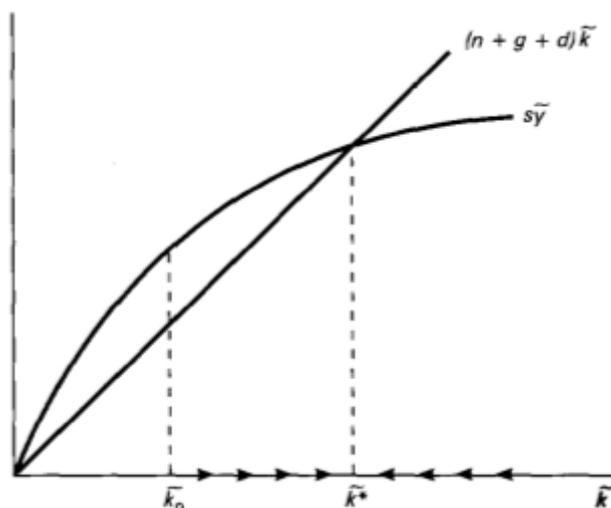
$$\tilde{y} = \tilde{k}^\alpha \text{ onde } \tilde{y} = \frac{y}{A} = \frac{Y}{AL} \text{ e } \tilde{k} = \frac{K}{AL}$$

Reescrevendo a equação de acumulação de capital:

$$\begin{aligned} \frac{\tilde{k}'}{\tilde{k}} &= \frac{K'}{K} - \frac{A'}{A} - \frac{L'}{L} \\ \tilde{k}' &= s\tilde{y} - (n + \delta + g)\tilde{k} \end{aligned}$$

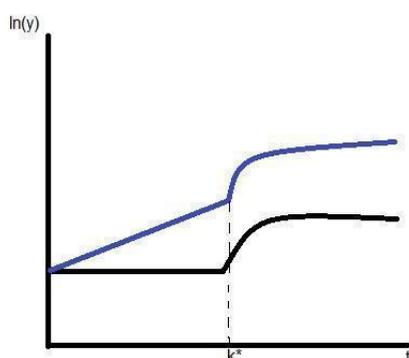
O capital por trabalhador por tecnologia varia, dado o investimento em produto por trabalhador por tecnologia, menos crescimento populacional, depreciação e crescimento tecnológico. Sobre esse último, é importante destacar que afeta negativamente a variação do capital e não a economia como um todo.

Semelhante ao modelo simples, o modelo com tecnologia possui um gráfico que contribui para o entendimento de suas conclusões:

Figura 4 - Gráfico de Solow com Progresso Tecnológico

Fonte: Jones(1997, pág. 32)

Assim como no primeiro gráfico, há uma curva de investimento $s\bar{y}$ e uma curva de depreciação. A questão agora é que será acumulado capital por trabalhador por tecnologia. A principal mudança que isso traz é que, além do investimento ser capaz de alterar o estado estacionário, agora os avanços tecnológicos também podem.

Figura 5 - Modelo Simplificado x Modelo com Tecnologia

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na curva em preto, há a representação do modelo simples, onde o produto é constante até o estado estacionário, tendo um crescimento decrescente com uma mudança na poupança. Já na linha em azul, modelo com tecnologia, apesar de constante há crescimento, uma vez que o progresso tecnológico continua a acontecer, tendo eventualmente um crescimento através de uma política assim como no modelo base.

De modo geral, o modelo de Solow argumenta que determinados países são mais ricos primeiro, por apresentarem maiores taxas de investimento somadas a menores taxas de crescimento populacional, o que permite uma maior acumulação de capital. Segundo pelo fato

do crescimento ser sustentado ao longo do tempo, o que é possível graças ao progresso tecnológico.

A última variável acrescentada ao modelo de Solow foi o capital humano, por Gregory Mankiw, David Romer e David Weil (1992). A ideia é que a mão-de-obra possui diferentes níveis de eficiência dado seu nível de acesso à educação. Isso porque não faz sentido considerar que os trabalhadores de Singapura e do Brasil tiveram as mesmas oportunidades.

Acrescenta-se agora o termo H que representa o trabalho qualificado, que influencia a produção. A nova equação passa a ser a seguinte:

$$Y = K^\alpha (AH)^{1-\alpha} \quad (14)$$

Onde o produto Y é dado pelo capital físico K , pelo capital humano H e pela tecnologia A , que é exógena.

Para definir H , primeiro deve-se compreender que as pessoas precisam de tempo para se qualificar, tempo esse que não está sendo usado no trabalho. Define-se então u como sendo a fração de tempo gasta em aprendizado. Tendo em vista que esse estudo impacta na produtividade, considera-se ψ como sendo o ganho proporcional que se tem com os anos de estudo. Dessa forma, H é:

$$H = e^{\psi u} L \quad (15)$$

É importante notar que se $u = 0$, ou seja, o trabalhador não tem nenhum ano de estudo, $H = L$, como anteriormente quando não se considerava esta variável. Outro ponto a se destacar é que os ganhos com a escolaridade são exponenciais, mesmo que seja uma medida linear.

A mudança da variável L para H no modelo, mostra que agora é considerado que nem toda a população está trabalhando o tempo todo, mas uma parcela dela está se qualificando. Além disso, essa qualificação trará ganhos percentuais de produtividade. Essas conclusões são importantes por mostrar a importância da educação para o crescimento de um país, visto que não basta o investimento em tecnologia se não houver mão de obra qualificada para operar de maneira eficiente.

Constata-se, portanto, que a tecnologia é um fator importante para o crescimento econômico. Todavia, a ideia de exogeneidade não faz sentido quando confrontada com a realidade, uma vez que diferentes empresas e países possuem níveis diferentes de acesso à tecnologia e informação.

O modelo de Romer (1986) introduz o progresso tecnológico como sendo endógeno, a partir da ideia que esse processo acontece devido à pesquisadores que buscam lucro através de

seus conhecimentos (JONES, 2000). As empresas decidem investir em inovação, através de departamentos de Pesquisa e Desenvolvimento, em busca do poder de monopólio que se tem ao inovar, ou seja, é uma decisão econômica.

No modelo de Romer, a função de produção é descrita como:

$$Y = K^\alpha (AL_Y)^{1-\alpha} \quad (16)$$

Onde o estoque de capital K , o trabalho L e o estoque de ideias A , se combinam para gerar o produto Y . A principal diferença quanto ao modelo de Solow é que agora a tecnologia é um insumo da produção, não sendo mais algo dado. Na prática isso faz com que a função de produção passe de retornos constantes de escala para retornos crescentes de escala. A intuição para essa conclusão é que uma vez descoberta a inovação, não existem mais custos sobre ela.

A acumulação de capital no modelo de Romer é igual ao do modelo de Solow. O que é incorporado ao modelo é a ideia de acumulação tecnológica. Há no modelo de Romer a ideia de decisão de distribuição de insumos entre os setores produtivos e os setores de pesquisa. Dessa forma, se A é a acumulação tecnológica, sua variação ocorre dado o número de pessoas empregadas no setor de pesquisa L_A e a taxa de descoberta δ :

$$\dot{A} = \delta L_A \quad (17)$$

Para definir δ , tem-se:

$$\delta = \delta A^\phi \quad (18)$$

Onde $\phi > 0$ representa que a produtividade da pesquisa aumenta com as ideias já criadas; $\phi < 0$ representa que a pesquisa se torna mais difícil dadas as ideias já geradas; e $\phi = 0$ demonstra que a pesquisa independe das ideias anteriores.

Pode-se considerar também a produtividade da pesquisa dado o número de trabalhadores nela envolvidos. Considerando λ como um parâmetro que varia de 0 a 1 referente à L_A , a função de produção de ideias torna-se:

$$\dot{A} = \delta L_A^\lambda A^\phi \quad (19)$$

Onde $\lambda > 1$ representa um efeito de cooperação, ou seja, mais trabalhadores gerando mais inovação; $\lambda < 1$ efeito duplicidade, trabalhadores fazendo os mesmos processos (competição).

Dividindo essa equação por A , têm-se a taxa de crescimento:

$$\frac{\dot{A}}{A} = \delta \frac{L_A^\lambda}{A^{1-\phi}} \quad (20)$$

Dessa forma, o crescimento tecnológico depende do número de trabalhadores empregados nesse setor L_A ; de como eles interagem λ ; e de como isso afeta as pesquisas .

Vale destacar que a questão populacional passa a ser importante ao crescimento, uma vez que, com mais pessoas, há mais trabalhadores L a serem destinados aos setores de pesquisa, o que gera mais inovação e conseqüentemente maior crescimento. Além dessa variável exógena, também há λ que pode ser influenciada por políticas que incentivem a colaboração entre os diversos setores de pesquisa, públicos e privados, como forma de aumentar o efeito cooperativo. A questão central do modelo endógeno é A , que afeta o crescimento tecnológico, mas também é afetado por ele.

Assim como no modelo de Solow, pode-se logaritmizar e derivar em função do tempo:

$$0 = \lambda \frac{\dot{L}_A}{L_A} - (1 - \phi) \frac{\dot{A}}{A} \quad (21)$$

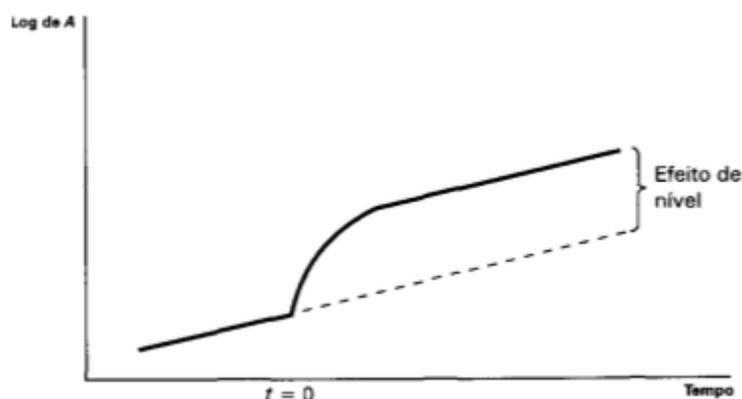
Considerando que a taxa de crescimento de pesquisadores é igual à taxa de crescimento populacional, têm-se que $\dot{L}_A/L_A = n$, logo:

$$g_A = \frac{\lambda n}{1 - \phi} \quad (22)$$

Desse modo, a taxa de crescimento da economia é determinada pela taxa de crescimento de pesquisadores e da produção de ideias. Diferentemente do modelo de Solow, o crescimento populacional passa a ser um insumo ao crescimento, uma vez que é ele que determina a taxa de pesquisadores. Algo a se destacar sobre essa conclusão é que o modelo considera países desenvolvidos, ou seja, a análise em países em desenvolvimento deve ser revista.

Outro ponto a se destacar sobre o modelo de Romer são as conclusões quanto ao longo prazo:

Figura 6 - Efeito de um Aumento na Taxa de Investimento sobre Y



Fonte: Jones(1997, pág. 36)

Um aumento no número de pessoas trabalhando em P&D gera um aumento na velocidade do crescimento tecnológico. Entretanto, esse choque vai perdendo efeito ao longo do tempo de modo a manter a inclinação constante no longo prazo. A ideia é que, apesar do avanço tecnológico, o crescimento se mantém, mostrando uma incapacidade de se interferir na economia no longo prazo, como nos modelos neoclássicos.

Os modelos anteriormente apresentados entendiam que políticas públicas como subsídios à pesquisa, tinham efeito de nível e não de crescimento. Na prática, há um aumento temporário da taxa de crescimento que posteriormente retorna ao nível inicial. Os modelos de crescimento endógeno pensam de maneira diferente, pensando em políticas que mudariam permanentemente o crescimento (JONES, 2000).

O modelo mais simples que exemplifica esse raciocínio também foi desenvolvido por Romer, e é conhecido como modelo AK (JONES, 2000). Seu nome é dado pela função de produção:

$$Y = AK \quad (23)$$

Onde A é uma constante positiva, representativa da tecnologia, e K o capital, que é acumulado através da poupança e investimento das pessoas:

$$K^* = sY - dK \quad (24)$$

Onde s é a taxa de investimento e d a taxa de depreciação. Ao dividir ambos os lados por K e considerando $Y/K = A$, têm-se:

$$\frac{K^*}{K} = s\frac{Y}{K} - d \rightarrow \frac{K^*}{K} = sA - d \quad (25)$$

Por fim, fazendo o logaritmo e derivando a função, observa-se que a taxa de crescimento do produto é igual a taxa de crescimento do capital:

$$g_Y \equiv \frac{Y^*}{Y} = sA - d \quad (26)$$

Em suma, essas funções do modelo AK mostram que a taxa de crescimento da economia é função crescente da taxa de investimento. De outro modo, políticas públicas que aumentam o investimento consequentemente aumentarão o crescimento da economia, de modo permanente.

O modelo AK também apresenta uma mudança de perspectiva quanto à tecnologia, trazendo a visão da empresa quanto à inovação. A ideia sendo que o progresso tecnológico surge do próprio processo de produção e acumulação de capital. Isso pode ser visto na função de produção:

$$Y = BK^\alpha L^{1-\alpha} \quad (27)$$

Onde B representa a tecnologia disponível para produção, sendo este dado semelhante ao modelo de Solow. A questão é que no modelo AK isso se refere à empresas, e não à economia como um todo.

Durante o processo produtivo, a firma ao se especializar na produção gera conhecimento, seguindo o conceito de *learning by doing* de Arrow (1961). A partir disso existiriam ganhos que ultrapassam os limites da empresa, através do transbordamento de conhecimento, o surgimento de fornecedores especializados e agrupamento de mão-de-obra. Ou seja, apesar de considerar B como a tecnologia disponível como dada, a empresa gera conhecimento:

$$B = AK^{1-\alpha} \quad (28)$$

O modelo AK, portanto, contrasta do modelo de Solow e do modelo Romer, ao mostrar a poupança/investimento como responsável pelo crescimento de longo prazo, e considerar as externalidades que o progresso tecnológico traz (JONES, 2000). Apesar de Jones não considerar os modelos endógenos como os mais precisos, fica claro que cada um dos modelos tem pontos de análise importantes, todos apresentam falhas e pontos positivos. A questão que é consenso entre os modelos é que avanços tecnológicos e qualificação da mão de obra são pontos essenciais para o crescimento dos países.

2.2 - CEPAL e a Teoria da Deterioração dos Termos de Troca

Para além dos modelos clássicos e neoclássicos dos manuais de economia, existem outras visões sobre o desenvolvimento dos países, em especial na América Latina. A Comissão Econômica para a América Latina e Caribe (CEPAL) foi criada com o objetivo de colaborar com o desenvolvimento dos países da região, por meio de pesquisas e assistências técnicas.

A principal inovação que o pensamento cepalino traz é a concepção da ideia de economia do subdesenvolvimento. Isto é, entender que a economia tem suas especificidades a depender de questões históricas e sociais. Prebisch (1949), argumenta que existem dois tipos de países, os centrais que produzem bens industrializados e os periféricos que produzem matéria prima. Segundo a teoria econômica, por meio dessa divisão do trabalho internacional teria maior eficiência na produção e ganhos mútuos aos países, o que não se verifica na prática (PREBISCH, 1949). É a partir dessa constatação que Prebisch desenvolve a teoria da deterioração dos termos de troca.

Assim como no modelo de Romer, na teoria de Prebisch entende-se que a tecnologia é um fator essencial para o desenvolvimento. Contudo, é a distribuição desigual da mesma que se torna foco. A teoria da deterioração dos termos de troca argumenta que a industrialização tardia na América Latina acarretou em desequilíbrios quanto ao progresso tecnológico global, ou seja, os avanços técnicos se concentraram nos países centrais, enquanto a periferia global não consegue acompanhar. As consequências disso se dão através dos preços relativos ao longo tempo, os termos de troca (DOS SANTOS e DE OLIVEIRA, 2008).

Existem três principais análises feitas sobre essa teoria, a contábil, a abordagem dos ciclos e a “versão industrialização” (Rodríguez, 1981; Schwarzer, 1993). A primeira foi pensada analisando a produtividade e renda dos países do centro e da periferia. Prebisch verificou que a relação de preços entre os produtos primários dos países periféricos e os produtos industrializados dos países do centro ao longo do tempo era inversa. O poder de compra melhorava no centro e piorava na periferia, devido ao fato dos ganhos do progresso tecnológico ficarem concentrados na indústria, fazendo com que a produtividade fosse muito maior (PREBISCH, 1949).

A segunda abordagem entende que há um ciclo, em que no início há uma vantagem por parte dos produtores de bens primários, dada uma distorção no equilíbrio de oferta e demanda. Isso porque, há certa demora em se reequilibrar o mercado desses produtos, e com os preços maiores os produtores lucram mais, tendo assim uma transferência da renda do centro para periferia (PREBISCH, 1949). No segundo momento o oposto acontece, há uma grande queda nos preços dos produtos periféricos, devido ao excesso de oferta e falta de demanda, um desequilíbrio inverso. Os custos disso são repassados aos trabalhadores dos produtos primários, mas não para os trabalhadores do centro, pois segundo Prebisch (1949), o nível de organização das classes trabalhadoras diverge entre os dois grupos de países, além do número de mão-de-obra disponível.

Há uma série de outros fatores que demonstram a desigualdade entre os poderes do centro com relação à periferia. Países que produzem bens primários são muito dependentes de suas exportações, o que dá aos países industriais um poder de controle muito grande sobre a economia. Além disso, os avanços técnicos nas indústrias tornam a produção cada vez mais eficiente, o que tende a trazer prejuízos aos produtores primários (PREBISCH, 1952).

Outro exemplo de desequilíbrio se encontra na elasticidade dos produtos. Nos momentos de ascensão econômica dos países periféricos há um aumento na busca por produtos industrializados, importados no caso, entretanto o mesmo não acontece no mercado exterior. No longo prazo isso significa constantes desequilíbrios das contas do país, uma vez

que a procura pelos produtos industrializados externos aumenta, e a dos produtos primários internos se mantém constante (DOS SANTOS e DE OLIVEIRA, 2008). É a partir dessa percepção que Prebisch (1952) argumenta em favor da industrialização interna, como forma de desenvolver os países.

A terceira abordagem surge a partir das industrializações dos países da América Latina buscando analisar as novas disparidades que surgiram com as mudanças no sistema econômico internacional, olhando para demanda de produtos primários e para oferta de produtos industriais (DOS SANTOS e DE OLIVEIRA, 2008). A questão da elasticidade-renda retorna, onde nos países periféricos, a industrialização aumenta a demanda por produtos de alto valor agregado, principalmente bens de produção, que só podem ser supridos pelos países do centro. O mesmo não acontece com os produtos primários, que não têm mudanças significativas na procura com o aumento da renda disponível.

Outra questão importante é que as inovações tecnológicas se inserem mais rapidamente na produção das indústrias do centro, dado que a industrialização desses países já está consolidada. Isso faz com que a produção seja muito mais eficiente em comparação com a produção da periferia, tornando desigual a competição no mercado internacional (DOS SANTOS e DE OLIVEIRA, 2008).

Entender que a economia nos países em desenvolvimento não funciona da mesma maneira que nos países desenvolvidos é o maior avanço da CEPAL. A América Latina no geral, possui diversos problemas relacionados ao acesso à educação, saúde, emprego, etc. Por isso o pensamento econômico deve ultrapassar a barreira do crescimento econômico, e discutir os melhores métodos para se atingir o desenvolvimento econômico.

CAPÍTULO 3 - COMPLEXIDADE ECONÔMICA

A Complexidade Econômica é uma abordagem relativamente nova no campo das Ciências Econômicas. Segundo esta abordagem, a estrutura produtiva de uma região ou país é importante para explicar o processo de desenvolvimento econômico. Isto porque, a sofisticação da estrutura produtiva representa o conhecimento agregado disponível para a produção de bens e serviços (SAVIOTTI, PYKA, JUN, 2020). Neste sentido, um conceito importante para induzir a sofisticação produtiva é a diversificação econômica e setorial, pois aumenta a variedade de ocupações e permite a criação de novos setores e oportunidades de trabalho (SMITH, 1982).

Diversificação produtiva corresponde à quantidade dos diferentes tipos de bens e serviços fabricados por uma economia. Neste sentido, um país com alta concentração na produção de um único bem é considerado um país com baixa diversificação produtiva (HIDALGO e HAUSMANN, 2011). A Venezuela é um exemplo de país com baixa diversificação produtiva, pois cerca de 70% das exportações correspondem a um único produto, ou seja, o petróleo. Em contraste, países com alta diversificação produtiva possuem a capacidade de produzir e exportar diversos bens e serviços. Neste aspecto, a diversificação produtiva pode ser representada pela diversidade dos bens e serviços, bem como pela quantidade de setores produtivos atuando na economia. O Japão é um exemplo de país com alta diversificação produtiva. Isto porque, é uma economia que apresenta diversos setores produtivos (i.e., automobilístico, farmacêutico, químico, eletrônico, entre outros), que são capazes de fabricar e exportar bens competitivos globalmente (HIDALGO e HAUSMANN, 2011).

É importante salientar a importância da diversificação econômica como uma possibilidade de gerar desenvolvimento econômico (HIDALGO e HAUSMANN, 2011). Note que boa parte das maiores economias capitalistas têm uma pauta exportadora diversificada. A diversificação da estrutura produtiva é relevante porque gera segurança econômica e estabilidade política (BRESSER-PEREIRA, 2008). Por exemplo, quando há um choque em um setor produtivo, um país economicamente diversificado possui outros setores produtivos capazes de garantir o crescimento econômico. Vale destacar também que a diversificação produtiva garante diferentes estratégias de crescimento e desenvolvimento econômico, o que garante melhores empregos e salários (PENROSE, 1959).

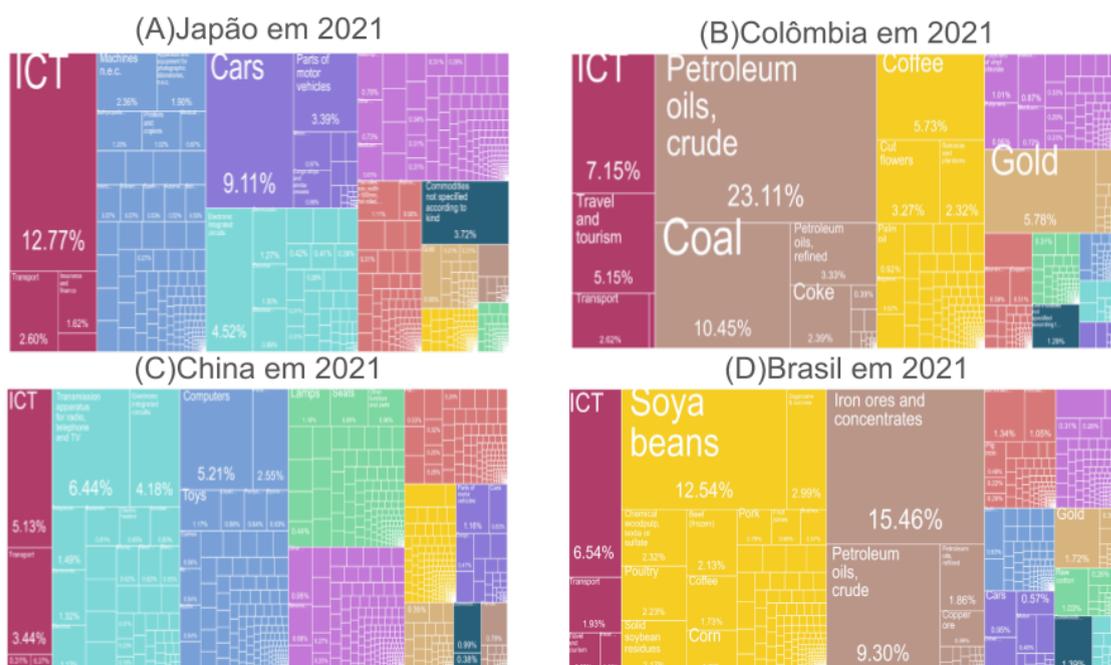
Entretanto, sabe-se que a diversificação produtiva não é condição suficiente para gerar o desenvolvimento econômico. Isto porque, um país pode se diversificar em setores com baixo

conteúdo tecnológico (i.e., agricultura, comércio, serviços). Este tipo de estratégia de diversificação não garante melhores empregos e salários. Por este motivo, a literatura internacional chama atenção para um tipo de desenvolvimento econômico embasado na diversificação produtiva com a maior participação relativa de setores tecnológicos (HIDALGO e HAUSMANN, 2011). A combinação entre diversificação produtiva e aumento da participação de setores tecnológicos na economia pode ser denominada como sofisticação da estrutura produtiva.

Nesse sentido, o conceito de ubiquidade é de suma importância para a complexidade econômica. Isso porque, esse conceito se refere ao quão universal determinado produto é, no sentido de o quanto há de exclusividade na produção daquele bem. Um exemplo disso é a produção de batatas, que é feita por em diversos países o que se difere da produção de computadores que é concentrada na China e nos outros países do Sul e Sudeste asiático.

Por exemplo, no Brasil, entre 1995 e 2005, foi possível ampliar a diversidade de produtos, contudo com baixo valor agregado. Em outros termos, neste período, a economia brasileira experimentou a diversificação da estrutura produtiva via aumento da participação relativa do setor agrícola e de extração mineral (BRITTO et al., 2019). Contudo, a economia brasileira não experienciou a sofisticação produtiva, pois a diversificação setorial não intensificou setores tecnológicos na economia. Frente ao exposto, embora os setores primários tenham elevado o Produto Interno Bruto (PIB) do país, considera-se que esta estratégia não é eficaz para o desenvolvimento econômico. Isto porque, os produtos primários sofrem impacto e vulnerabilidade de preços no comércio internacional. Ademais, esses setores tendem gerar empregos de pior qualidade e com maior concentração de renda (KRUGMAN; OBSTFELD; MELITZ, 2001). A Figura 7 apresenta os produtos exportados por países latino americanos e países asiáticos, selecionados, para observar a diferença nas matrizes produtivas.

Figura 7 - Produtos e serviços exportados pelo (A) Japão, (B) Colômbia, (C) China e (D) Brasil em 2021.



Fonte: The Atlas of Economic Complexity (harvard.edu)

Note que a combinação entre diversidade econômica e sofisticação produtiva compõem o arcabouço teórico da Complexidade Econômica. Em outros termos, Complexidade Econômica se refere a capacidade de um país ou região produzir uma grande diversidade de produtos, em especial, bens ou serviços que exijam conhecimento e com alto valor agregado (HIDALGO e HAUSMANN, 2011). Existem diversos exemplos no mundo de economia que têm se desenvolvido por meio da sofisticação da estrutura produtiva.

A China apresenta uma política industrial com foco na expansão do setor industrial. Isto garante maior variedade de produtos e participação dos produtos chineses no mercado global (GALA, 2017). Outros países asiáticos são exemplos de desenvolvimento por meio da Complexidade Econômica. O Japão, por exemplo, tem investido em capital humano para promover o crescimento da economia industrial (TORRES FILHO, 1999). Por meio de políticas industriais focadas em setores estratégicos, a economia japonesa se preocupa com o desenvolvimento de capital humano para gerar inovação e elevar o valor agregado dos bens e serviços. Neste sentido, o Japão está entre os países com maior complexidade econômica no mundo (The Atlas of Economic Complexity).

A Coréia do Sul também é considerada um caso de sucesso sobre desenvolvimento e Complexidade Econômica. Entre 1960 e 1980, a Coréia do Sul passou de uma economia exportadora de *commodities* e produtos base, para um dos países que mais exporta tecnologia no mundo. Ademais, a economia sul coreana é o terceiro país no ranking de Complexidade Econômica mundial (The Atlas of Economic Complexity (harvard.edu)).

Isso foi possível, para além de fatores externos favoráveis, graças às políticas adotadas pelo Estado, que indiretamente desenvolveram a Complexidade Econômica do país. Dentre elas, Lima (2017) destaca primeiro, o fator da orientação do capital, onde empresas estatais e privadas voltaram seus recursos para uma industrialização direcionada à exportação, o que somado ao controle da entrada de empresas estrangeiras no mercado nacional, viabilizou o desenvolvimento da indústria nacional. O segundo ponto, elemento central da complexidade econômica, foram os incentivos à diversificação da produção, abrangendo desde a indústria leve até os setores mais tecnológicos. O investimento em educação, foi essencial para que o desenvolvimento voltado à pesquisa e inovação fosse possível, o que permitiu a grande diversificação produtiva. Por fim, a expansão do crédito viabilizou o processo de modernização e expansão da indústria.

Os planos de governo dos exemplos citados visavam alcançar as condições necessárias que países em desenvolvimento precisam para atingir a complexidade econômica: (i) superar as falhas do mercado e do governo; (ii) estabelecer instituições de aprendizagem ligando indústria, Estado, ciência e sociedade civil, facilitando a inovação endógena e a aprendizagem externa e; (iii) promover estratégias inteligentes de diversificação (HARTMANN et al., 2019). Para além do crescimento econômico, os países almejam o desenvolvimento humano e a promoção da qualidade de vida para a população. A Complexidade Econômica tem se mostrado como um fator relevante para promover este tipo de estratégia de desenvolvimento. A próxima seção discorre sobre a literatura internacional da influência da complexidade econômica sobre o desenvolvimento humano no mundo.

3.1 Índice de Complexidade Econômica

O Índice de Complexidade Econômica (*Economic Complexity Index*) foi criado com objetivo de sintetizar os diversos aspectos que envolvem o desenvolvimento econômico. Para isso, ele utiliza dados do comércio, patentes (direito exclusivo sobre uma inovação), mercado de trabalho e ações, envolvendo assim, os diferentes aspectos da produção. Dessa forma, o

estudo estatístico sobre o desenvolvimento torna-se mais realístico, uma vez que não se analisa mais um valor isolado, mas sim um conjunto de dados.

De modo geral, entende-se que os produtos de um local carregam as informações de complexidade daquele local, assim como a localidade de uma atividade mostra os requisitos para que a mesma seja executada. Em outras palavras, há certa circularidade entre essas informações. Por exemplo, Japão e Coreia do Sul são países complexos por abrigarem atividades complexas, assim como a indústria automobilística e de micro componentes eletrônicos é complexa por estar majoritariamente instalada em países complexos.

Para entender matematicamente, considere K como sendo a complexidade. Onde K_c é a complexidade no local c (país, região, cidade), e K_p a complexidade da atividade p (produto ou indústria). Considere também que M_{cp} é a matriz que reúne as atividades p na localidade c . Define-se $M_{cp} = 1$ quando a produção do local em uma determinada atividade é maior do que a esperada para uma localidade de mesmo tamanho em uma mesma atividade. Sendo isso determinado através do indicador de Vantagem Comparativa Revelada (RCA) ou Quociente de Localização (LQ).

Ou seja:

$$M_{cp} = 1 \text{ se } R_{cp} \geq 1 \quad (29)$$

Onde,

$$R_{cp} = (X_{cp} X) / (X_c X_p) \quad (30)$$

e

$$X_c = \sum_p X_{cp}, X_p = \sum_c X_{cp} \text{ e } X = \sum_{cp} X_{cp} \quad (31)$$

Dessa forma, a complexidade no local K_c é uma função (f) da complexidade K_p das atividades presentes nele M_{cp} . De outro modo, $K_c = f(K_p, M_{cp})$. Assim como, a complexidade da atividade K_p é uma função (g) da complexidade K_c dos locais, onde a atividade é presente M_{cp} . Ou seja, $K_p = g(K_c, M_{cp})$. Onde f e g são funções a serem determinadas.

Essas funções mostram que as medidas de complexidade são relativas, ou seja, a complexidade de uma atividade ou localidade pode mudar com alterações nas entradas de outras localidades ou atividades (linhas ou colunas de R_{cp} e M_{cp}). Define-se então o *Economic Complexity Index* (ECI) de uma localidade como a média do Índice de

Complexidade do Produto (PCI) das atividades presentes. De modo semelhante, define-se o PCI de uma atividade como média do ECI das localidades em que a atividade está presente.

Formalmente, a fórmula do ECI é solução do sistema de equações:

$$K_c = \frac{1}{M_c} \sum_p M_{cp} K_p \quad (32)$$

$$K_p = \frac{1}{M_p} \sum_c M_{cp} K_c \quad (33)$$

Colocando a segunda equação na primeira, equivalente a diagonalizar a matriz:

$$\underline{M}_{cc'} = \sum_p \frac{M_{cp} M_{c'p}}{M_c M_p} \quad (34)$$

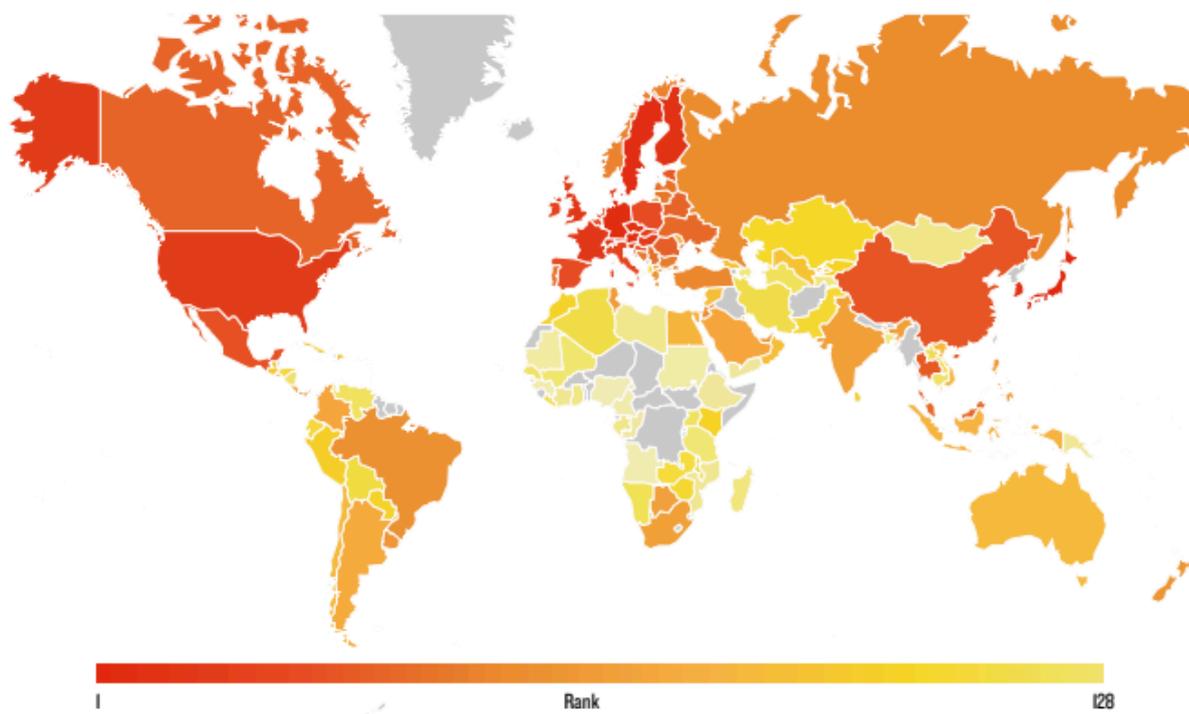
Onde $M_c = \sum_p M_{cp}$ é o número de atividades da localidade e $M_p = \sum_c M_{cp}$ é a ubiquidade (número de locais que realizam a atividade). Por ser uma métrica relativa, os resultados são normalizados usando uma transformação Z:

$$ECI = \frac{K_c - K_c \sim}{\sigma(K_c)}, \quad (35)$$

$$PCI = \frac{K_p - K_p \sim}{\sigma(K_p)} \quad (36)$$

Em que $K_c \sim$ é a média de K_c e $\sigma(K_c)$ é o desvio padrão de K_c . A Figura 8, apresenta um mapa mundi, dividido pelos níveis de complexidade econômica. Pode-se observar no mapa que os países com maior nível de complexidade se concentram na Europa e Leste Asiático e os menos complexos se concentram na África. A América Latina e a Oceânia possuem níveis de complexidade intermediários/baixos.

Figura 8 - Mapa do mundo colorido de acordo com o Ranking do Índice de Complexidade Econômica



Fonte: Hausmann, Hidalgo (2011, pág. 22)

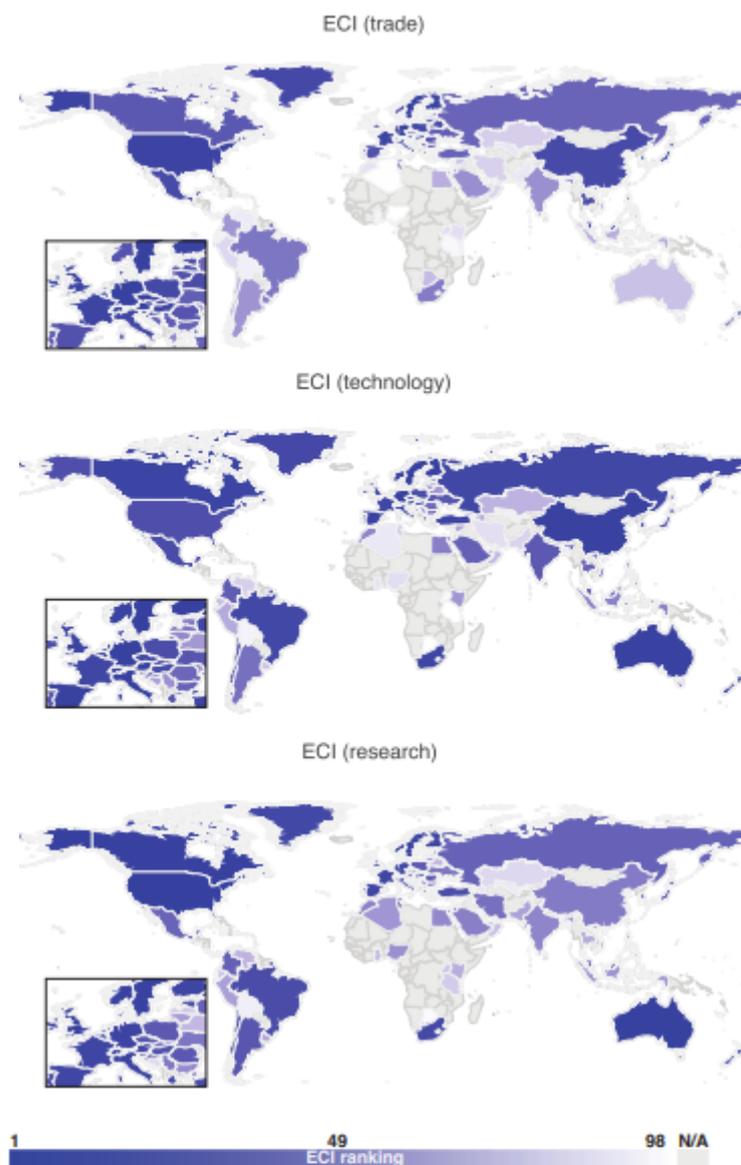
Apesar de ser uma métrica que agrega valores, aproximando-se mais da realidade, o ECI, por utilizar dados do comércio para sua formulação, pode deixar outras informações relevantes ao desenvolvimento de lado, como pesquisa e inovação. Isso porque, ao utilizar a métrica comercial, países como México ou como o estado do Amazonas no Brasil, que possuem produtos industrializados, mas provenientes de pesquisa e patentes estrangeiras são destacados, enquanto países que apesar de exportarem majoritariamente produtos menos complexos, como Chile ou Austrália, mas que possuem volume de pesquisa, não são representados adequadamente (STOJKOSKI, KOCH, HIDALGO, 2023).

Como forma de aprimorar o índice, o ECI multidimensional considera, além da sofisticação geográfica produtiva, dados de patentes, publicações científicas (STOJKOSKI, KOCH, HIDALGO, 2023). Dessa maneira, o índice passa a considerar não somente a complexidade já construída, como também o processo de desenvolvimento que leva à ela.

Dessa forma, analisa-se o ECI do comércio, que considera a sofisticação e valor agregado dos produtos exportados por um país ou região, o ECI da tecnologia, que considera o desenvolvimento tecnológico e a capacidade inovativa da localidade, com base em suas patentes e por fim o ECI de pesquisa, que considera a atividade científica com base nas publicações acadêmicas em diversas áreas do conhecimento (STOJKOSKI, KOCH,

HIDALGO, 2023). A Figura 9 apresenta o mapa mundi dividido novamente por níveis de complexidade econômica, porém por diferentes dimensões.

Figura 9 - Complexidade Econômica Multidimensional



Fonte: STOJKOSKI, KOCH, HIDALGO (2023, pág. 3)

Com mais dimensões, pode-se observar que apesar de existir certa constância entre quais países são complexos ou não, a depender da dimensão haverá maior ou menor concentração. Isso é relevante, pois demonstra diferentes tipos de desenvolvimento que ocorrem nos diferentes países.

CAPÍTULO 4 – A RELAÇÃO ENTRE DESENVOLVIMENTO HUMANO E ESTRUTURA PRODUTIVA

O marco que simboliza o início dos estudos em economia é a publicação de “A riqueza das nações” de Adam Smith em 1776. Desde esse momento até meados do século XX, o crescimento econômico era entendido como o objetivo final de todo país. Através dele haveria mais empregos, mais consumo e por consequência maior qualidade de vida (KEYNES, 1936).

De fato a medida econômica, o Produto Interno Bruto, é um dos indicativos de como está a situação de um país. Contudo, essa medida é insuficiente quando se busca entender os aspectos sociais de um país (MARIANO, 2019). Isso porque, esse indicador não revela as desigualdades presentes nos países. O Brasil exemplifica isso, uma vez que em 2022 estava entre as 15 maiores economias do mundo, próximo à Coreia do Sul em valores nominais de PIB. Entretanto, ao comparar o PIB per capita desses dois países, a diferença é acima de 300%, sendo US\$8.917,7 no Brasil e US\$32.254,6 (The World Bank Data).

Visando analisar de melhor maneira o desenvolvimento social dos países, Amartya Sen em seu livro “Desenvolvimento como Liberdade”(1999) elaborou a Teoria da Capacidades, que trata o desenvolvimento humano como a expansão das liberdades individuais. A teoria de Sen, entende que o país ou região será verdadeiramente desenvolvido, quando os indivíduos daquela sociedade tiverem a liberdade de atingir o que desejam. Isso seria possível através da garantia de oportunidades, garantia de direitos e não intromissão externa (MARIANO, 2019).

Sobre as liberdades de Sen, dois conceitos são fundamentais, *functions* e *cappabilities*. Os funcionamentos, seriam tudo aquilo que os indivíduos entendem como sendo importantes de ter, ser ou fazer , isto é, ter uma boa saúde, ser parte de uma comunidade, etc (FERRAZ,2018). Já as capacidades se referem às possibilidades do indivíduo, de outro modo, um atleta em regime calórico e uma pessoa com diabetes não consomem açúcar, contudo um tem essa escolha e o outro não (MARIANO,2019).

Segundo a Teoria das Capacidades, a liberdade individual pode ser dividida entre liberdades constitutivas e instrumentais. As liberdades constitutivas, são relacionadas aos fins do desenvolvimento, como a capacidade dos indivíduos serem devidamente educados, terem acesso à alimentação e saúde. As liberdades instrumentais são relacionadas aos meios para que o indivíduo consiga atingir a liberdade. Sen (1999) divide as liberdades instrumentais em cinco principais dimensões, sendo eles a liberdade política, facilidades econômicas, oportunidades sociais, garantias de transparência e segurança protetora. Tendo em vista que a teoria de Sen (1999) busca a expansão das capacidades, a primeira liberdade se refere à

capacidade dos indivíduos em determinar os governantes segundo suas próprias vontades (MARIANO, 2019). Em resumo, o autor defende a garantia do Estado democrático de direito (KRIELE, 1983).

A segunda dimensão são as facilidades econômicas, que tratam da capacidade dos indivíduos de utilizar os recursos econômicos (SEN, 1999). Em outros termos, esta dimensão equivale à garantia de um mercado funcional, com o objetivo de definir preços e produção com base nas leis de oferta e demanda. Além disso, refere-se à inserção do indivíduo no mercado, por meio do acesso ao crédito e a questão distributiva da renda.

Os aspectos que são englobados pela liberdade constitutiva, como saúde e educação, se enquadram nas oportunidades sociais. A garantia desses pontos substanciais à vida, não somente é benéfica para o nível individual, mas também melhora a produtividade e o crescimento dos países (Streeten et al, 1981). A quarta liberdade instrumental discorre sobre as garantias de transparência, que se relaciona à confiança entre as pessoas numa sociedade (SEN, 1999). Por um lado, esta dimensão enfrenta o desafio de revelar relações interpessoais dos indivíduos de uma sociedade. Por outro lado, uma análise macro desta dimensão revela a importância de aspectos econômicos como a, corrupção, lisura de processos, auditorias, entre outros fatores que garantem a confiança da população nas instituições.

A última liberdade se preocupa com o aspecto mais fundamental da economia, a escassez. A segurança protetora garante dignidade aos indivíduos que se encontram em situações de necessidade, como desemprego, situação de rua, perdas devido às catástrofes ambientais etc. Isso se dá por meio de seguros e políticas de distribuição de renda e alimentos (SEN, 1999).

Todas as liberdades de Sen (1999) se correlacionam com a Teoria das Necessidades Humanas de Maslow (1954). Essa teoria elenca hierarquicamente as necessidades básicas do ser humano, mostrando quais os pontos devem ser atingidos até que o indivíduo se sinta realizado. Em outras palavras, o indivíduo se torna capaz de atingir aquilo que valoriza. Essa relação é interessante, por mostrar a inserção de outros campos de estudo para melhor compreensão da economia. A Figura 10 apresenta a Pirâmide das Necessidades Humanas de Maslow.

Figura 10 - Teoria das Necessidades Humanas de Maslow



Fonte: Periard (2028)

Esses esforços de compreender os aspectos substanciais da vida humana foram condensados por Mahbub ul Haq, em 1990, por meio do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). O objetivo era mostrar estatisticamente o desenvolvimento humano dos países, por meio da expectativa de vida, dos anos médios de estudo e da renda per capita. Dessa forma, as estatísticas de organismos oficiais (i.e., Organização das Nações Unidas – ONU, Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura - UNESCO etc.) consideraria fatores sobre a qualidade de vida, que vão além dos aspectos monetários. Neste aspecto, o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) pode ser apresentado pela Equação 37.

$$\text{IDH} = \sqrt[3]{\text{Saúde} \times \text{Renda} \times \text{Educação}} \quad (37)$$

Em que, o IDH será dado pela raiz cúbica de três variáveis, sendo elas a Saúde, representada pela quantidade média de anos vividos pela população do país; a Renda que possui como proxy, o PIB *per capita* e; a Educação, que engloba os anos médios de estudo, que se refere a quantos anos em média a população passa nas escolas e universidades, e os anos esperados de escolaridade, que se refere a expectativa média de anos de estudo das crianças.

Desse modo, o IDH extrapola a análise de renda, ao explorar pilares fundamentais para a qualidade de vida da população. Além de mais abrangente, o IDH permite o comparativo entre países, o que possibilita identificar quais políticas são mais eficientes para trazer desenvolvimento humano. Tendo em vista a característica multidimensional do IDH, este indicador é mais sensível às mudanças na sociedade e revela um cenário mais fidedigno da qualidade de vida da população.

É importante ressaltar que o IDH tem sofrido críticas e alterações ao longo do tempo. Em 2010, o Programa das Nações Unidas pelo Desenvolvimento (PNUD) propôs o Índice de Desenvolvimento Humano Ajustado à Desigualdade (IDHAD). Isso porque, antes o IDH representava o potencial de desenvolvimento dos países, sem considerar as desigualdades internas. Com a mudança, o índice capta melhor a realidade dos países estudados.

Outras adaptações sugeridas, como forma de tornar o indicador mais realista, incluem o componente político como sendo um aspecto fundamental do desenvolvimento humano (DOMÍNGUEZ-SERRANO e BLANCAS, 2011; KAUFMANN et al. 2008). Reformular o índice de modo a incluir mais variáveis ao índice como alimentação, moradia, emprego de qualidade e segurança social, além da saúde e educação (FUKUDA-PARR et al. 2010).

Tais aspectos relacionados à qualidade de vida e desenvolvimento humano da população devem ser o objetivo final do crescimento econômico (SEN, 2001; MARIANO E REBELATTO, 2014). Sendo assim, estabelecer políticas voltadas ao desenvolvimento humano da população, para além dos ganhos monetários, estabelece um cenário de crescimento e desenvolvimento econômico (HARTMANN, 2012). Contudo, diversos estudos têm analisado os determinantes do desenvolvimento humano nos países. Dentre estes estudos, há uma corrente que analisa a necessidade de promover mudanças na estrutura produtiva do país (SAVIOTTI, PYKA, JUN, 2020), a fim de gerar maior desenvolvimento humano.

Diversos estudos têm analisado a influência da Complexidade Econômica sobre o desenvolvimento humano dos países e regiões (HARTMANN, 2012; FERRAZ, 2018; FERRAZ, 2021). Segundo estes autores, a Complexidade Econômica e o desenvolvimento humano são fatores interligados porque a sofisticação da estrutura produtiva exige trabalhadores mais qualificados, ou seja, com maior capital humano, a mão de obra de regiões industrializadas tendem observar melhores condições de saúde, a infraestrutura regional e dos domicílios tende ser melhor desenvolvida em regiões com maior sofisticação produtiva, além dos empregos de melhor qualidade e salários mais altos para os indivíduos. Note que estas características estão relacionadas às liberdades de Sen (1999).

Por outro lado, países com estrutura produtiva pouco diversificada e com baixa sofisticação produtiva enfrentam diversos problemas sociais. Por exemplo, a baixa diversificação produtiva pode gerar problemas na geração de emprego e na distribuição de renda (PREBISCH, 1949; FURTADO, 1959). Esta característica influencia negativamente as facilidades econômicas e as oportunidades sociais defendidas por Sen (1999). Outro aspecto relevante é que países dependentes de commodities são economicamente e politicamente instáveis. Esta característica tende gerar volatilidade na arrecadação de impostos, afetando a

receita pública e o financiamento de programas sociais (BRESSER-PEREIRA, 2008; NKURUNZIZA et al., 2017). A falta de recursos para o desenvolvimento de programas sociais tende a aumentar a pobreza e gerar conflitos sociais internos, causando maior instabilidade social e política no país. Note que estes fatores estão relacionados com a liberdade política e a segurança protetora (SEN, 1999).

Existem diversos casos de países com alto nível de Complexidade Econômica e desenvolvimento humano. Por exemplo, a Coreia do Sul possuía IDH igual a 0,925 em 2021. Complementarmente, o Índice de Complexidade Econômica sul-coreano foi igual a 2,04 do mesmo ano. Outro exemplo é a Alemanha, que possuía IDH igual a 0,942 e Índice de Complexidade Econômica igual a 1,94, também em 2021. Estes exemplos revelam que há uma relação positiva entre os níveis altos de complexidade econômica e bons índices de desenvolvimento humano (*Human development reports; The Atlas of Economic Complexity*).

Essa relação torna-se mais clara ao observar-se o caso contrário, países onde o índice de complexidade econômica é baixo e que possuem também um baixo nível de desenvolvimento humano. Um caso que exemplifica essa relação contrária é o Sudão do Sul, em que mais de 45% de suas exportações são de uma única *commodity*, o petróleo, e seu IDH foi 0,385 em 2021. Outro exemplo é Níger, onde mais de 60% das exportações são de ouro, um produto raro, mas sem valor agregado, em que o IDH foi de 0,400 do mesmo ano. Observando esses indicadores, nota-se que países pouco complexos tendem a ser menos desenvolvidos, assim como países complexos tendem a ser mais desenvolvidos. Os estudos empíricos têm confirmado esta relação (*Human development reports; The Atlas of Economic Complexity*).

Hartmann (2012) argumenta que, uma vez que a Complexidade Econômica está relacionada à diversificação e sofisticação da estrutura produtiva, um país mais complexo se torna mais resiliente no mercado internacional. Desse modo, há um crescimento econômico mais constante a longo prazo, o que contribui para a redução das desigualdades de renda. Além disso, com uma gama maior de setores produtivos, diferentes tipos de oportunidades de emprego e investimento são criados, o que pode trazer uma redução às desigualdades.

Ferraz (2018) apresenta dados sobre a relação entre complexidade econômica e desigualdade usando como referencial Ásia e América Latina, sendo a primeira uma região com mais países complexos do que a segunda. A variável utilizada como base de comparação é a eficiência social, que nada mais é do que a capacidade do país de transformar seus recursos em qualidade de vida e redução de desigualdades de sua população.

Dentre os principais resultados, pode-se destacar que Japão, Coreia do Sul e Singapura foram os únicos países asiáticos a manterem-se eficientes na conversão de recursos em

qualidade de vida no longo prazo, sendo estes, os países mais complexos na Ásia. Enquanto na América Latina o país mais socialmente eficiente foi Cuba, o que faz sentido, dado seu histórico comunista, como argumentado por Sen (1981) e Mariano (2014).

Esses resultados primeiro mostram como economias complexas, por serem resilientes como argumentado anteriormente, conseguem no longo prazo manter o desenvolvimento de sua população. O segundo resultado, mostra que para se pensar em desenvolvimento humano, é necessário também considerar as questões históricas do país ou região para além da estrutura produtiva e econômica.

Além de questões históricas, há outros fatores importantes que alguns autores podem entender como falhas do modelo de desenvolvimento proposto pela abordagem da complexidade econômica. Touplikiotis (2023) argumenta que devido aos sistemas econômicos serem formados por diversos agentes econômicos que atuam de diferentes formas, é difícil fazer uma análise de causa e consequência entre complexidade econômica e desenvolvimento humano, por exemplo. Em suma, a principal crítica seria se há correlação ou causalidade entre complexidade e desenvolvimento humano (LAPATINAS, 2016).

Dentre os aspectos relacionados ao desenvolvimento humano, talvez a educação seja a com maior relação com a complexidade econômica. Por um lado, a educação é parte fundamental na construção de capital humano, essencial para o desenvolvimento de setores mais complexos, permitindo inovação e diversificação produtiva (HARTMANN, 2012). Pelo outro lado, países complexos oferecem oportunidades mais diversas, com melhores salários, o que estimula a educação, o que conseqüentemente melhora os índices de desenvolvimento.

Outro aspecto a se destacar, é o desenvolvimento conjunto que ocorre entre a sofisticação da estrutura produtiva e as instituições de um país (NELSON, 1994; MURMANN, 2003). Para que seja possível desenvolver indústrias sofisticadas é necessário um ambiente propício, onde haja segurança da propriedade, um mercado devidamente regulado, garantias do Estado de Direito, além de incentivos à essa sofisticação (RODRIG, 2004). Nesse sentido, atividades relacionadas à inovação demoram a trazer retorno, sendo financiadas muitas vezes pelo Estado, como ocorreu no Japão e Coreia do Sul, e ocorre atualmente na China (GALA, 2020).

A mudança na estrutura produtiva além de afetar variáveis que são claramente ligadas à economia, como educação, emprego e instituições, também traz mudanças em outros setores como a saúde da população. Vu (2020) ao analisar 103 países de 1970 à 2015, encontrou resultados robustos que afirmam que países mais complexos possuem ao longo do tempo menores índices de mortalidade infantil, que é um indicativo da saúde de um país. Isso se

daria por meio da criação de empregos, e de uma conseqüente melhoria na desigualdade de renda, o que permitiria avanços no acesso à saúde.

A infraestrutura de um país é outro aspecto que evolui conjuntamente com a sofisticação da estrutura produtiva. Isso porque, dadas as condições estruturais de um país, haverá diferentes oportunidades produtivas. Por exemplo, um país que possua bons portos e uma malha ferroviária desenvolvida conseguirá transportar seus produtos de maneira muito mais eficiente que um país dependente de rodovias precárias. Ou seja, a infraestrutura é um atrativo para investimentos, uma vez que torna os processos mais eficientes, mas ao mesmo tempo é algo que evolui junto à produção, já que com a sofisticação da estrutura produtiva, novas empresas ligadas ao setor irão surgir, e haverá incentivo em interligá-las. As questões estruturais de um país, devem ser analisadas com atenção, de modo a possibilitar a sofisticação produtiva e o conseqüente desenvolvimento humano (HARTMANN, 2017).

Observa-se, portanto, que a complexidade econômica se liga de diferentes formas aos diversos setores de um país. Além disso, apesar de ter características semelhantes entre os países complexos, o modo como atingiram esse desenvolvimento e as características de suas economias divergem.

Por isso, um estudo do caso brasileiro, que é um país que passou por um processo de transformação rumo à sofisticação, mas paralisou, é importante. Entender através dos dados regionais como se dá a relação entre produtividade e desenvolvimento humano é essencial, não apenas para entender a realidade, como para repensar o planejamento futuro. O Brasil é um país com grandes desigualdades sociais, e o estudo da complexidade econômica pode ser um caminho para a melhora desses indicadores.

CAPÍTULO 5 - MÉTODO

Este capítulo apresenta a base de dados e o método utilizado nesta monografia. Foram analisadas as regiões da América Latina e Sul/Sudeste Asiático, onde 34 países foram selecionados. Sendo estes: China, Macao SAR (China), Hong Kong SAR (China), Japão, República Popular Democrática da Coreia, Coreia do Sul, Mongólia, Camboja, Indonésia, Lao PDR, Malásia, Mianmar, Filipinas, Singapura, Tailândia, Vietnã, Timor-Leste, Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Equador, El Salvador, Uruguai, Paraguai, Nicarágua, Guatemala, Honduras, México, República Dominicana, Panamá, Peru. Os países foram selecionados dada a disponibilidade de dados para o modelo econométrico. Os dados referentes aos indicadores dos países, como urbanização por exemplo, estão disponíveis até 2022 na base do Banco Mundial. Já os dados de complexidade econômica foram obtidos no Observatório da Complexidade Econômica. Desse modo, o estudo analisa os dados entre 1960 e 2022, sendo a frequência dos dados anual.

5.1 - Variáveis Utilizadas

As variáveis selecionadas neste trabalho foram coletadas na base de dados do Banco Mundial (2024) e do Observatório da Complexidade Econômica (2024) e estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1 - Variáveis Analisadas

Variável	Descrição	Fonte
IDH	Índice de desenvolvimento humano	World Bank (1960-2022)
Força de Trabalho (labor)	Total de pessoas com mais de 15 anos capaz de produzir bens e serviços	World Bank (1960-2022)
Urbanização (urb)	População que vive em áreas definidas como urbanas pelo país	World Bank (1960-2022)
Empregados na agricultura (emp.agri)	% do total de empregados que está trabalhando em atividades agrícolas, pesca, etc.	World Bank (1960-2022)
Gasto do Governo em Educação (gov.exp)	% do PIB gasta pelo Governo na Educação	World Bank (1960-2022)
ECI	Índice de Complexidade Econômica	Observatory of Economic Complexity (1998-2022)

Fonte: Elaborada pelo autor

As variáveis selecionadas corroboram para a análise do impacto da estrutura produtiva sobre o desenvolvimento humano, de modo a elucidar as diferenças entre as regiões. Deve-se destacar que as variáveis escolhidas têm respaldo na literatura da área, sendo amplamente utilizadas em diversos trabalhos (FERRAZ, 2018; MARIANO; REBELATTO, 2014; BANDEIRA MORAIS; SWART; JORDAAN, 2021; GNANGNON, 2021; HARTMANN et al, 2017).

5.2 Modelos de regressão Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) para dados empilhados

As equações e métodos utilizados neste projeto são baseados em Wooldridge (2023) e Gujarati e Porter (2011). O estimador de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) para dados empilhados é a opção mais simplificada para trabalhar dados ao longo do tempo por não considerar efeitos não observáveis. Na prática, isso infringe um dos principais pressupostos do MQO, que é a não relação entre os termos da equação e o erro. Além disso, há limitações quanto ao número de observações e períodos a serem utilizados, idealmente um pequeno número de observações quanto de períodos (WOOLDRIDGE, 2023). Por isso, o uso deste

método nesta pesquisa tem por objetivo ser o ponto de partida, a partir do qual, os modelos são elaborados.

5.3 Dados em Painel

Esta pesquisa utiliza modelos econométricos com dados em painel, a fim de analisar o impacto da estrutura produtiva sobre o desenvolvimento humano. Os dados em painel permitem uma análise temporal de uma determinada variável, ou seja, é possível visualizar as transformações ao longo do tempo dada uma ou mais variáveis (GUJARATI; PORTER, 2011).

5.4 Modelo de Mínimos Quadrados com Variáveis *dummy* para efeito fixo (MQDV)

O modelo MQDV considera a heterogeneidade entre os indivíduos, permitindo que cada indivíduo possua o seu próprio intercepto (GUJARATI; PORTER, 2011). O intercepto é o “efeito fixo” do modelo econométrico, ou seja, uma variável que não se altera com o tempo. A equação (38) apresenta o modelo:

$$Y_{it} = \beta_{1i} + \beta_2 A_{it} + \beta_3 B_{it} + \beta_4 C_{it} + u_{it} \quad (38)$$

onde Y é a variável dependente de interesse, β_1 é o intercepto que representa o efeito fixo, $\beta_2, \beta_3, \beta_4$ são as variáveis independentes que afetam Y e u é o termo de erro que agrega todas as outras variáveis não utilizadas ou não observáveis. Há o subscrito i em todos os termos, contudo o subscrito t referente a variação do tempo não aparece na constante, referente ao efeito fixo. Para que o intercepto varie entre as variáveis de interesse, utiliza-se da técnica das variáveis *dummies* de intercepto diferencial. Como pode ser observado na equação (39):

$$Y_{it} = a_1 + a_2 D_{2i} + a_3 D_{3i} + a_4 D_{4i} + a_5 D_{5i} + a_6 D_{6i} + \beta_2 A_{it} + \beta_3 B_{it} + \beta_4 C_{it} + u_{it} \quad (39)$$

em que $D_{2i} = 1$ para o município A, 0 caso contrário, e assim por diante. É importante destacar que para não ocorrer colinearidade perfeita é necessário que o número de *dummies* seja menor que número de variáveis de interesse, no caso 5 *dummies* para 6 variáveis de interesse.

O exemplo apresentado se refere ao modelo de efeitos fixos unidirecionais, em que os interceptos diferem entre as variáveis de interesse (GUJARATI; PORTER, 2011). Pode-se

considerar também o efeito tempo, introduzindo *dummies* de tempo para cada ano, resultando no modelo de efeitos fixos bidirecionais, em tanto o efeito do tempo quanto do indivíduo são considerados (GUJARATI; PORTER, 2011).

Contudo, este modelo econométrico pode enfrentar o problema da multicolinearidade, que seria a relação linear exata entre os regressores (GUJARATI; PORTER, 2011). Caso haja multicolinearidade perfeita, não será possível determinar os coeficientes, uma vez que os erros-padrão serão infinitos. Já na presença de multicolinearidade imperfeita, é possível determinar os coeficientes, mesmo que com certa imprecisão dados os erros-padrão grandes.

Outro problema do modelo se dá quanto à sua capacidade de identificar o impacto de variáveis imutáveis com o tempo, como raça, por exemplo. Por último, o termo de erro u_{it} precisa ser analisado com cautela, uma vez que o modelo considera $u_{it} \sim N(0, \sigma^2)$.

5.5 Modelo de efeitos fixos dentro de um grupo (DG)

É possível também, trabalhar com dados empilhados desconsiderando o efeito fixo. Para isso, são expressos os valores das variáveis dependentes e explanatória para cada variável independente como desvios de seus valores médios. Assim, os valores resultantes por exemplo seriam $y_{it}, a_{it}, b_{it}, c_{it}$, corridos para média. Efetuando a regressão, obtém-se (40):

$$y_{it} = \beta_2 a_{it} + \beta_3 b_{it} + \beta_4 c_{it} + u_{it} \quad (40)$$

A heterogeneidade é considerada, entretanto ela é eliminada por meio de diferenciações das observações amostrais em torno de suas médias. O estimador DG produz estimativas consistentes dos coeficientes angulares quando comparado com o estimador de dados empilhados comum, apesar deste possuir variância menor que o estimador DG.

O modelo DG também apresenta o problema de não explicar os efeitos de variáveis imutáveis no longo prazo, que serão eliminadas na diferenciação. Consequentemente, o estimador elimina todo tipo de efeito a longo prazo, além de poder gerar valores de parâmetros distorcidos.

5.6 O modelo de efeitos aleatórios (MEA)

Gujarati e Porter (2011) argumentam que, se por um lado o modelo MQVD buscava se aproximar de um modelo próximo à realidade por meio de *dummies*, o MEA tenta traduzir essa falta de conhecimento no termo de erro. Por exemplo na equação (41):

$$Y_{it} = \beta_{1i} + \beta_2 A_{it} + \beta_3 B_{it} + \beta_4 C_{it} + u_{it} \quad (41)$$

Onde β_{1i} que era fixo torna-se uma variável aleatória com valor médio de β_1 . Isso sendo expresso por (42):

$$\beta_{1i} = \beta_1 + \varepsilon_i \quad (42)$$

no qual ε_i é um termo de erro com valor médio nulo e variância σ_ε^2 .

De outro modo, busca-se mostrar que as variáveis de interesse A, B, e C, são apenas uma amostra de um grande universo que possui valor médio comum para β_1 . As diferenças entre as variáveis são representadas no termo de erro ε_i . Substituindo a equação (41) na equação (42), obtém-se:

$$Y_{it} = \beta_1 + \beta_2 A_{it} + \beta_3 B_{it} + \beta_4 C_{it} + w_{it} \quad (43)$$

onde, o termo de erro composto w_{it} é dado por:

$$w_{it} = \varepsilon_i + u_{it} \quad (44)$$

O ε_i representando o componente específico dos indivíduos e u_{it} sendo o elemento de erro combinado da série temporal e corte transversal e às vezes chamado de termo idiossincrático, porque varia com o corte transversal e com o tempo. Como o erro é composto por dois ou mais erros, o modelo é conhecido como modelo de componentes dos erros (MCE), em que as seguintes hipóteses são consideradas:

$$\varepsilon_i \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$$

$$u_{it} \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$$

$$E(\varepsilon_i u_{it}) = 0; E(\varepsilon_i \varepsilon_j) = 0 \quad (i \neq j)$$

$$E(u_{it} u_{is}) = E(u_{ij} u_{ij}) = E(u_{it} u_{js}) = 0 \quad (i \neq j; t \neq s)$$

Os componentes de erro individual não estão correlacionados entre si, nem com as unidades de corte transversal e de série temporal. Ressalta-se também que w_{it} não está correlacionado com nenhuma das variáveis explanatórias. Dado que ε_i é um componente de

w_{it} , não é possível que esteja correlacionado com as variáveis explanatórias, e caso seja a estimativa dos coeficientes será inconsistente. Uma maneira de saber se w_{it} está correlacionado com as variáveis explanatórias é o teste de Hausman, indicando se de fato o MCE é o modelo ideal a ser usado em determinado caso.

A decisão de usar o modelo de efeito fixo ou aleatório depende do número de séries temporais T, e o número de observações N. No caso do modelo de efeito fixo, um N menor e um T maior é o ideal. Enquanto no caso do efeito aleatório, o N grande e um T menor são melhores, além das hipóteses apresentadas anteriormente serem possíveis. Outra diferença entre os modelos é capacidade de estimar variáveis que não mudam no longo prazo, o MCE é capaz, enquanto o modelo de efeito fixo não.

5.7 Teste de Hausman

Nas pesquisas em que dados em painel são utilizados, é decisiva a escolha de usar modelos de efeito fixo ou aleatório, uma vez que cada um apresenta limitações e vantagens diferentes. Dada a complexidade, o teste de Hausman surge como uma maneira de direcionar essa escolha, baseando-se em um teste estatístico.

Segundo Gujarati e Porter (2011), a hipótese nula do teste de Hausman é que os estimadores do modelo de efeito fixo e aleatório não diferem substancialmente. Esse teste apresenta distribuição assintótica χ^2 , em que se a hipótese nula for rejeitada, MCE não é indicado, pois provavelmente os efeitos aleatórios estão correlacionados com os regressores, sendo assim, o modelo de efeitos fixos é o mais indicado.

O modelo usado encontra-se em (45):

$$\ln IDH = \beta_0 + \ln \beta_1 ECI + \ln \beta_2 labor + \beta_3 urban + \beta_4 emp. agri + \beta_5 gov. exp + u \quad (45)$$

CAPÍTULO 6 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentados os resultados encontrados nesta monografia. Para isso, serão apresentadas as estatísticas descritivas, os testes estatísticos, além dos resultados dos modelos econométricos. Por fim, será apresentada uma discussão sobre esses resultados e suas implicações.

As estatísticas descritivas completas para as variáveis utilizadas se encontram na Tabela 2. O IDH apresenta valor médio igual a 0,692 e desvio padrão igual a 0,120. Isso revela que há certa discrepância nos níveis de desenvolvimento humano desses países, variando entre alto nível e nível mediano. Quanto ao ECI, o valor médio foi 4,6 e o desvio padrão de 0,008, não apresentando variações significativas. A força de trabalho apresentou média de 12,56 e desvio padrão de 5,09. Esse resultado demonstra disparidade na mão de obra empregada entre os países analisados. A urbanização apresentou valor médio de 55,91 e desvio padrão de 24,89. O resultado encontrado evidencia os diferentes níveis de urbanização nesses países. O número médio de empregados na agricultura foi de 27,87 e o desvio padrão de 19,85. Esse valor demonstra que há uma grande diferença na quantidade de trabalhadores empregados nesse setor entre os países. Por fim, o valor médio gasto pelos governos em educação foi de 3,63 com desvio padrão igual a 1,48. Demonstrando novamente disparidade entre os países.

Tabela 2 - Estatística Descritiva

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
IDH	1.023	0,69209	0,119853	0,333	0,959
ECI	729	4,602425	0,008474	4,576165	4,619718
Força de Trabalho	767	12,5653	5,090489	3,842394	18,50457
Urbanização	2.176	55,91259	24,89078	4,477	100
Emprego agrícola	1.088	27,87086	19,85663	0,107774	86,3434
Gastos do Governo com Educação	940	3,629162	1,483991	0,7395	12,90248

Fonte: Elaborado pelo autor

6.1 Testes econométricos

O *Variance Inflation Factor* (VIF) analisou a presença de multicolinearidade no modelo econométrico. A Tabela 3 apresenta os resultados do teste VIF.

Tabela 3 – Teste VIF

Variável	VIF	1/VIF
Urbanização	4,16	0,240256
Emprego Agrícola	3,66	0,273362
Força de Trabalho	1,41	0,707796
Gastos do Governo com Educação	1,20	0,835680
ECI	1,04	0,959802
VIF médio	2,29	

Fonte: Elaborado pelo autor

Um valor acima de 7 no Teste VIF indica que há multicolinearidade no modelo. O valor médio encontrado foi de 2,29, demonstrando que o modelo não possui esse problema econométrico. O teste de Hausman foi estatisticamente significativo ao nível de 1%. Isto demonstra que o modelo de efeitos fixo é preferido ao modelo de efeito aleatório. Os testes para heterocedasticidade e autocorrelação estatisticamente significativos ao nível de 1%, indicando a necessidade de tratar esses problemas econométricos. Desta forma, optou-se por estimar modelos robustos, a saber: Feasible Generalized Least Square (FGLS) e Fixed Effects Driscoll-Kraay (FE-DK). O próximo tópico discute as estimativas destes modelos.

6.2 Estimativas Econométricas

A Tabela 4 resume as estimativas econométricas para os determinantes do desenvolvimento humano na América Latina e Ásia. Note que todos os modelos foram estatisticamente significativos ao nível de 1%. Entretanto, é importante destacar que, os modelos *Ordinary Least Squares* (OLS), FE (*Fixed Effect*) e RE (*Random Effect*) foram usados apenas para controle dos testes estatísticos. O R^2 encontrado foi de 0,764, o que significa que o modelo explica 76,4% das variáveis analisadas. Note também que, foram utilizados dois modelos robustos para tratar a heterocedasticidade e a autocorrelação, a saber: O modelo Feasible Generalized Least Square (FGLS), que apresenta estimativas robustas por meio dos efeitos aleatórios, e o modelo Driscoll-Kraay (FE-DK), que utiliza estimativas robustas por meio dos efeitos fixos.

O modelo FGLS revela que a complexidade econômica tem impacto positivo e estatisticamente significativo no desenvolvimento humano da América Latina e Ásia. Note que o aumento de 1% no ECI eleva em 0,976% o desenvolvimento humano. Este resultado está de acordo com os estudos de Ferraz (2018), Hartmann (2012) e Zhu e Li (2017).

Em relação à força de trabalho, o modelo FGLS mostrou impacto positivo e estatisticamente significativo sobre o desenvolvimento humano. O aumento em 1% na força de trabalho gera um aumento de 0,006% no desenvolvimento humano da América Latina e Ásia. A urbanização foi estatisticamente significativa e de impacto positivo sobre o desenvolvimento humano. O aumento de 1% da urbanização gera um aumento de 0,004% no desenvolvimento humano. O número de empregados no setor agrícola foi estatisticamente significativo, porém com impacto negativo sobre o desenvolvimento humano. O aumento de 1% do trabalho nesse setor gera uma queda de 0,002% no desenvolvimento humano das regiões analisadas.

Por fim, os gastos do Governo com educação foram estatisticamente significativos e de impacto positivo sobre o desenvolvimento humano. O aumento de 1% nos gastos com educação gera o aumento de 0,003% no desenvolvimento humano. Vale destacar que os resultados para as variáveis de controle do modelo FGLS estão de acordo com os estudos Ferraz (2018), Hartmann (2012) e Zhu e Li (2017).

Tabela 4 - Resultados Econométricos para o IDH (Ásia e América Latina)

Variáveis	(1) OLS	(2) FE	(3) RE	(4) FGLS	(5) FE-DK
ECI	1,500*** (0,276)	1,674*** (0,354)	1,638*** (0,377)	0,976*** (0,237)	1,500*** (0,111)
Força de Trabalho	-0,00197 (0,00210)	0,108*** (0,00628)	0,0737*** (0,00579)	0,00595* (0,00335)	0,00197* (0,00104)
Urbanização	0,00258*** (0,000181)	0,00274*** (0,000228)	0,00305*** (0,000236)	0,00399*** (0,000223)	0,00258*** (0,000112)
Emprego Agrícola	-0,00288*** (0,000266)	-0,00293*** (0,000195)	-0,00318*** (0,000217)	-0,00161*** (0,000237)	-0,00288*** (0,000167)
Gastos do Governo com Educação	0,00550*** (0,00140)	0,00402*** (0,000900)	0,00635*** (0,000983)	0,00278*** (0,000810)	0,00550** (0,00256)
D_grupo	-0,0515** (0,0244)	-	-0,920*** (0,0667)	-0,145*** (0,0381)	-0,0515*** (0,00883)
Constante	7,556*** (1,268)	6,873*** (1,625)	7,838*** (1,728)	4,988*** (1,089)	7,556*** (0,504)
Observações	429	429	429	429	429
R quadrado	0,764	0,895			0,764
Número de países	-	26	26	26	26

Erros padrão entre parênteses *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Fonte: Elaborado pelo autor

Em relação ao modelo FE-DK, observa-se que a complexidade econômica afeta positivamente o desenvolvimento humano. Verifica-se ainda que este resultado foi estatisticamente significativo ao nível de 1%. Em outros termos, o aumento de 1% do ECI gera um aumento de 1,5% no desenvolvimento humano. Este resultado está de acordo com os estudos Ferraz (2018), Hartmann (2012) e Zhu e Li (2017).

A urbanização foi estatisticamente significativa e com impacto positivo sobre o desenvolvimento humano. O aumento de 1% na urbanização gera um aumento de 0,003% no desenvolvimento humano. O número de empregados no setor agrícola se manteve estatisticamente significativo e de impacto negativo sobre o desenvolvimento humano. O aumento em 1% no emprego desse setor gera uma queda de 0,003% no desenvolvimento humano. Os gastos do governo em educação foram estatisticamente significativos e positivos. O aumento de 1% dos gastos do governo gera aumento de 0,0055% no desenvolvimento humano. Estes resultados estão de acordo com os estudos Ferraz (2018), Hartmann (2012) e Zhu e Li (2017).

Um resultado relevante deste modelo econométrico foi o maior impacto da variável complexidade econômica sobre o desenvolvimento humano. Seguida pela força de trabalho no modelo FGLS e pelos gastos em educação no modelo FE-DK. Outro resultado relevante foi o impacto negativo e estatisticamente significativo do emprego no setor primário sobre o desenvolvimento humano em ambas as regiões.

Uma variável relevante foi a binária para as regiões selecionadas, chamada “d_grupo”. Esta variável representa a diferença média do desenvolvimento humano entre a América Latina e Ásia. No modelo FGLS, o resultado demonstrou que, em média, os países latino-americanos têm -0,145% de IDH do que os países asiáticos. No modelo FE-DK, o resultado foi estatisticamente significativo e com valor igual a -0,0515%. Isto demonstra a importância da análise econométrica por grupos regionais de países.

A Tabela 5 apresenta as estimativas econométricas para os países da Ásia. As colunas OLS, FE e RE foram utilizadas apenas como controle para os testes estatísticos. O R^2 foi de 0,933. O modelo FGLS foi estatisticamente significativo e positivo para complexidade econômica. O aumento de 1% no ECI gera um aumento de 1,94% no desenvolvimento humano. Este resultado está de acordo com os estudos de Ferraz (2018), Hartmann (2012) e Zhu e Li (2017). A força de trabalho foi estatisticamente significativa e positiva. O aumento de 1% na força de trabalho gera um aumento de 0,032% sobre o desenvolvimento humano.

Quanto à urbanização, o resultado foi estatisticamente significativo e positivo. O aumento de 1% de urbanização gera o aumento de 0,003% no desenvolvimento humano.

Tabela 5 - Resultados Econométricos para o IDH (Ásia)

Variáveis	(1) OLS	(2) FE	(3) RE	(4) FGLS	(5) FE-DK
ECI	3,137*** (0,440)	0,831 (0,774)	0,838 (0,637)	1,939*** (0,352)	3,137** (0,408)
Força de Trabalho	0.121*** (0.0285)	0,0462*** (0.0163)	0,0445** (0.0185)	0,00322* (0.0180)	0,121*** (0,0257)
Urbanização	0,00245*** (0.000330)	0,00427*** (0.000398)	0,00298*** (0.000345)	0,00302*** (0.000325)	0,00245*** (0,000423)
Emprego Agrícola	-0,00151** (0.000583)	-0.00295*** (0.000253)	-0.00322*** (0.000276)	-0.00207*** (0.000481)	-0,00151* (0,000831)
Gastos do Governo com Educação	0.00960*** (0.00269)	0.00129 (0.00154)	-0,000593 (0.00171)	0,000975 (0.00182)	0,00960*** (0,00257)
Constante	14,51*** (2,027)	4,188 (3,568)	4,312 (2,945)	9,381*** (1,613)	14,51*** (1,919)
Observações	99	99	99	99	99
R quadrado	0,933	0,921			0,933
Número de países	9	9	9	9	9

Erros padrão entre parênteses *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Fonte: Elaborado pelo autor

O emprego no setor agrícola foi estatisticamente significativo e negativo. O aumento de 1% no setor agrícola gera uma queda de 0,002% sobre o desenvolvimento humano. No caso particular da Ásia, os gastos do governo com educação não foram estatisticamente significativos no modelo FGLS.

No modelo FE-DK, a complexidade econômica se manteve estatisticamente significativa e positiva. O aumento de 1% no ECI gera um aumento de 3,14% sobre o desenvolvimento humano. Este resultado está de acordo com os estudos Ferraz (2018), Hartmann (2012) e Zhu e Li (2017).

A força de trabalho foi estatisticamente significativa e positiva. O aumento de 1% na força de trabalho gera um aumento de 0,12% sobre o desenvolvimento humano. A urbanização foi estatisticamente significativa e positiva e com resultado semelhante ao do

outro modelo. O aumento de 1% desta variável gera o aumento de 0,002% no desenvolvimento humano. O emprego no setor agrícola foi estatisticamente significativo e negativo. O aumento de 1% no emprego agrícola gera uma queda de 0,0015% sobre o desenvolvimento humano. No modelo FE-DK, os gastos do governo com educação foram estatisticamente significativos e positivos. O aumento de 1% nos gastos do governo gera um aumento de 0,0096% sobre o desenvolvimento humano. Estes resultados estão de acordo com os estudos Ferraz (2018), Hartmann (2012) e Zhu e Li (2017).

De modo geral, os resultados específicos para Ásia seguiram a tendência dos resultados para as duas regiões em conjunto. Vale o destaque para complexidade econômica, que apresentou valores altos de retorno em ambos os modelos.

Os resultados específicos para América Latina se encontram na Tabela 6.

Tabela 6 - Resultados Econométricos para o IDH (América Latina)

Variáveis	(1) OLS	(2) FE	(3) RE	(4) FGLS	(5) FE-DK
ECI	1,676*** (0,609)	0,928*** (0,355)	1,373*** (0,429)	0,161 (0,330)	1,676*** (0,362)
Força de Trabalho	-0,00392 (0,00249)	0,155*** (0,00757)	0,0972*** (0,00745)	0,00806* (0,00455)	0,00392*** (0,00127)
Urbanização	0,00283*** (0,000247)	0,00101*** (0,000269)	0,00209*** (0,000308)	0,00434*** (0,000349)	0,00283*** (0,000177)
Emprego Agrícola	-0,00336*** (0,000382)	-0,00161*** (0,000285)	-0,00270*** (0,000329)	-0,000975*** (0,000273)	-0,00336*** (0,000306)
Gastos do Governo com Educação	0,00638*** (0,00149)	0,00684*** (0,000971)	0,00869*** (0,00117)	0,00311*** (0,000926)	0,00638*** (0,00273)
Constante	8,332*** (2,788)	2,496 (1,646)	5,383*** (1,978)	1,014 (1,516)	8,332*** (1,661)
Observações	330	330	330	330	330
R quadrado	0,678	0,919			0,678
Número de países		17	17	17	17

Erros padrão entre parênteses *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Fonte: Elaborado pelo autor

O R^2 foi de 0,678. No caso específico da América Latina, a variável ECI não foi estatisticamente significativa no modelo FGLS. Enquanto no modelo FE-DK o ECI se manteve sendo estatisticamente significativo e positivo. O aumento de 1% na complexidade

econômica gera um aumento de 1,67% no desenvolvimento humano. Este resultado está de acordo com os estudos de Ferraz (2018), Hartmann (2012) e Zhu e Li (2017).

A força de trabalho foi estatisticamente significativa e positiva em ambos os modelos. No caso do modelo FGLS, o aumento de 1% na força de trabalho gera o aumento de 0,008% no desenvolvimento humano. No modelo FE-DK, esse mesmo aumento gera 0,004% no desenvolvimento humano. A urbanização foi estatisticamente significativa e positiva em ambos os modelos. No modelo FGLS o aumento em 1% na urbanização gera o aumento de 0,004% no desenvolvimento humano. O modelo FE-DK, por sua vez, apresenta o resultado de 0,003% de ganho no desenvolvimento humano, dado o aumento da urbanização. Os resultados para o emprego no setor agrícola seguem semelhantes aos das outras tabelas, sendo estatisticamente significativos e negativos. No modelo FGLS, o aumento de 1% no emprego nesse setor gerou uma queda de 0,001% aproximadamente no desenvolvimento humano. No modelo FE-DK a queda foi de 0,003%. Os gastos do governo com educação se mantiveram estatisticamente significativo e positivo. No caso do modelo FGLS, o aumento de 1% nos gastos do governo gerou o aumento de 0,003% no desenvolvimento humano. Enquanto no modelo FE-DK, o aumento de 1% nos gastos com educação gerou o aumento de 0,006% no desenvolvimento humano. Estes resultados estão de acordo com os estudos de Ferraz (2018), Hartmann (2012) e Zhu e Li (2017).

Frente ao exposto, os modelos econométricos desta monografia revelam os determinantes do desenvolvimento humano na América Latina e Ásia. Note que para as duas regiões, a complexidade econômica foi a principal variável para a promoção do desenvolvimento humano. Neste sentido, urge a necessidade de políticas públicas que combinem sofisticação da estrutura produtiva e desenvolvimento humano na América Latina e Ásia. O próximo tópico discute recomendações de políticas públicas para estas regiões e as considerações finais desta monografia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta monografia teve como objetivo analisar o impacto da sofisticação da estrutura produtiva sobre o desenvolvimento humano de duas regiões, América Latina e Asiático. Desse modo, este trabalho contribui com a literatura de desenvolvimento econômico em países emergentes. Para tanto, a econometria auxilia o formulador de políticas públicas entender quais variáveis trazem maior retorno para o desenvolvimento humano. Ademais, os resultados contribuem para o planejamento e o uso dos recursos, tendo em vista a necessidade de alocação eficiente dos recursos públicos.

Os resultados encontrados convergem para as conclusões da Complexidade Econômica. O ECI foi estatisticamente significativo, positivo, e de maior impacto no desenvolvimento humano. Esse é um resultado importante por demonstrar uma alternativa mais eficiente para alcançar o desenvolvimento humano nesses países. Sendo assim, os formuladores de políticas públicas devem pensar além das políticas tradicionais de educação, saúde e infraestrutura. Em outros termos, o aumento da participação relativa do setor industrial, em detrimento do setor primário, é uma política relevante para a promoção do desenvolvimento humano. Mais do que isto, os países devem promover políticas de sofisticação da estrutura produtiva, a fim de gerar mais inovação e produtos com maior valor agregado e intensidade tecnológica, a fim de melhorar a educação, saúde e renda da sociedade.

Destaca-se o caso específico da Ásia, região que possui maior sofisticação da estrutura produtiva do que a América Latina. Este resultado está de acordo com Hartmann (2012), que defende um ciclo virtuoso entre a complexidade econômica e o desenvolvimento humano na Ásia. Isto reforça a importância da política de sofisticação produtiva na América Latina. Isto porque, esta região não alcançará melhores condições de educação, saúde, renda e infraestrutura sem diversificar a matriz exportadora para produtos com maior valor agregado e intensidade tecnológica.

Outro dado relevante é o da relação inversa entre o emprego no setor primário e o desenvolvimento humano. Todos os resultados foram estatisticamente significativos e negativos. Isso é importante pois, ao analisar a matriz produtiva dos países da América Latina, observa-se concentração na exportação de grãos, carnes e minérios. Somado aos inúmeros incentivos a esses setores, o caminho escolhido por esses países é contraproducente para o desenvolvimento humano.

Note que as demais variáveis de controle apresentaram menor impacto sobre o desenvolvimento humano. Esses resultados demonstram que a urbanização, a força de

trabalho e os gastos do governo com educação são relevantes, embora a complexidade econômica seja a variável com maior potencial de elevar o desenvolvimento humano em ambas as regiões. Dentre esses resultados, pode-se destacar a força de trabalho no caso específico da Ásia, que passa pela transição demográfica, o que explica seu valor um pouco mais elevado.

O papel dos formuladores de políticas públicas deve ser o desenvolvimento humano (SEN, 2018). Isso mostra que é preciso mais incentivos à sofisticação da estrutura produtiva, visando principalmente setores de mais tecnológicos. Manter-se produzindo produtos de baixo valor agregado, seguindo a ideia de vantagens comparativas (Ricardo, 1985), é nocivo ao projeto de desenvolvimento dos países.

Vale destacar que a principal limitação deste estudo decorreu pela falta de dados. Para diversos anos há poucos dados disponíveis. Além disso, para alguns países, não foram encontrados dados para a análise. Por fim, defende-se os países emergentes não encontrarão desenvolvimento humano significativo sem a participação de setores tecnológicos no processo de desenvolvimento econômico.

REFERÊNCIAS

ANDREOLI, Ana Cláudia; FERRAZ, Diogo; MARIANO, Enzo Barberio. **Economic complexity and housing deficit: an econometric analysis in Brazil**. *Production*, v. 33, p. e20230028, 2023.

BANDEIRA MORAIS, Margarida; SWART, Julia; JORDAAN, Jacob Arie. **Economic complexity and inequality: does regional productive structure affect income inequality in Brazilian states?**. *Sustainability*, v. 13, n. 2, p. 1006, 2021.

BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos et al. **A crise financeira de 2008**. *Brazilian Journal of Political Economy*, v. 29, n. 1, p. 133-149, 2009.

BRITTO, Gustavo et al. **The great divide: economic complexity and development paths in Brazil and the Republic of Korea**. 2019.

CEICdata; 2023; Disponível em: [Coréia Do Sul | Pib Per Capita | 1953 – 2024 | Indicadores econômicos | CEIC \(ceicdata.com\)](https://ceicdata.com). Acesso em 01 out. 2023.

DOMÍNGUEZ-SERRANO, Mónica; BLANCAS, Francisco Javier. **A gender wellbeing composite indicator: The best-worst global evaluation approach**. *Social Indicators Research*, v. 102, p. 477-496, 2011.

FERRAZ, Diogo et al. **Economic complexity and human development: comparing**

FERRAZ, Diogo et al. **Economic complexity and human development: DEA performance measurement in Asia and Latin America**. *Gestão & Produção*, v. 25, n. 4, p. 839-853, 2018.

FERRAZ, Diogo et al. **Linking economic complexity, diversification, and industrial**

FERRAZ, Diogo et al. **Linking economic complexity, diversification, and industrial policy with sustainable development: a structured literature review**. *Sustainability*, v. 13, n. 3, p. 1265, 2021.

FUKUDA-PARR, Sakiko. **Reducing inequality–The missing MDG: A content review of PRSPs and bilateral donor policy statements.** IDS Bulletin, v. 41, n. 1, p. 26-35, 2010.

FURTADO, Celso. **Formação econômica do Brasil.** Companhia das Letras, 2020.

GALA, Paulo. **Complexidade econômica: uma nova perspectiva para entender a antiga questão da riqueza das nações.** Contraponto Editora, 2020.

GNANGNON, Sena Kimm. **Economic complexity and poverty in developing countries.** Economic Affairs, v. 41, n. 3, p. 416-429, 2021.

HARTMANN, D. et al. **Linking economic complexity, institutions, and income inequality.** World development, v. 93, p. 75-93, 2017.

HARTMANN, Dominik. **Economic complexity and human development: How economic diversification and social networks affect human agency and welfare.** Taylor & Francis, 2014.

HARTMANN, Dominik. **Sen meets Schumpeter: introducing structural and dynamic elements into the human capability approach.** FZID Discussion Paper, 2012.

HARTMANN, Dominik; BEZERRA, Mayra; PINHEIRO, Flávio L. Identifying smart strategies for economic diversification and inclusive growth in developing economies. The case of Paraguay. **The Case of Paraguay (March 5, 2019)**, 2019.

HAUSMANN, Ricardo; HIDALGO, César A. **The network structure of economic output.** Journal of economic growth, v. 16, p. 309-342, 2011.

HIDALGO, C. A.; HAUSMANN, R. **The building blocks of economic complexity.**

HIDALGO, César A. **Economic complexity theory and applications. Nature Reviews Implications on Sustainability of Economic Diversification Strategy.** Al Dar Research Journal for Sustainability, v.1(1). 2016.

KAUFMANN, Daniel; KRAAY, Aart; MASTRUZZI, Massimo. **Governance matters VIII: aggregate and individual governance indicators, 1996-2008**. World bank policy research working paper, n. 4978, 2009.

KEYNES, John Maynard. **Teoria geral do emprego, do juro e da moeda**. Saraiva Educação SA, 2017.

KRIELE, Martin. **Libertação e Iluminismo político: uma defesa da dignidade do homem**. Ed. Loyola, 1983.

KRUGMAN, Paul R.; OBSTFELD, Maurice. Theory and policy. **International economics: Addison-Wesley**, v. 70, n. 2, p. 13, 2000.

LAPATINAS, Athanasios. **Economic complexity and human development: A note**. Economics Bulletin, v. 36, n. 3, p. 1441-1452, 2016.

Lima, U. M. (2017) **O debate sobre o processo de desenvolvimento econômico da Coreia do Sul: uma linha alternativa de interpretação**. Economia e Sociedade, 26 (3), 585-631.

MARIANO, Enzo Barberio. **Progresso e Desenvolvimento Humano: Teorias e indicadores de riqueza, qualidade de vida, felicidade e desigualdade**. Alta Books, 2019.

MARIANO, Enzo Barberio; REBELATTO, Daisy Aparecida do Nascimento. **Transformation of wealth produced into quality of life: analysis of the social efficiency of nation-states with the DEA's triple index approach**. Journal of the Operational Research Society, v. 65, n. 11, p. 1664-1681, 2014.

MARX, Karl. **O Capital-Livro 1: Crítica da economia política. Livro 1: O processo de produção do capital**. Boitempo Editorial, 2015.

MASLOW, Abraham H. **The instinctoid nature of basic needs**. Journal of personality, 1954.

MURMANN, Johann Peter. **Knowledge and competitive advantage: The coevolution of firms, technology, and national institutions**. Cambridge University Press, 2003.

NELSON, Richard R. **The coevolution of technologies and institutions**. Evolutionary concepts in contemporary economics, p. 139-156, 1994.

NKURUNZIZA, Janvier D.; TSOWOU, Komi; CAZZANIGA, Sofia. **Commodity dependence and human development**. African Development Review, v. 29, n. S1, p. 27-41, 2017.

OSSMAN, G. **Human Development Achievements of United Arab Emirates:**

PENROSE, Edith Tilton. **The Theory of the Growth of the Firm**. Oxford university press, 2009.

PERIARD. Governo Federal do Brasil, 2018. **A hierarquia de necessidades de Maslow- O que é e como funciona**. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/portal-da-estrategia/artigos-gestao-estrategica/a-hierarquia-de-necessidades-de-maslow>. Acesso em: 15 nov. 2023.

Physics, v. 3, n. 2, p. 92-113, 2021.

policy with sustainable development: a structured literature review. Sustainability, v.

PORTER, Damodar N. Gujarati Dawn C. **Econometria básica**. 2011.

PREBISCH, Raúl. **O desenvolvimento econômico da América Latina e seus principais problemas**. Revista brasileira de economia, v. 3, n. 3, p. 47-111, 1949.

Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, v.

RICARDO, David. **Princípio de economia política e tributação**. Nova Cultural, 1985.

RODRIK, Dani. **Institutions and economic performance-getting institutions right**. CESifo DICE report, v. 2, n. 2, p. 10-15, 2004.

SAVIOTTI, Pier-Paolo; PYKA^α, Andreas; JUN, Bogang. **Diversification, structural change, and economic development**. Journal of Evolutionary Economics, v. 30, p. 1301-1335, 2020.

SCHUMPETER, Joseph. Teoria do desenvolvimento econômico. **São Paulo: Abril**, 1982.

SEN, Amartya. **Desenvolvimento como liberdade**. Editora Companhia das letras, 2018.

SEN, Amartya. Economic development and capability expansion in historical perspective. **Pacific Economic Review**, v. 6, n. 2, p. 179-191, 2001.

SMITH, Adam. **A riqueza das nações**. Nova Fronteira, 2023.

standard and slack-based data envelopment analysis models. CEPAL Review, 2022.

STREETEN, Paul. **Development perspectives**. Springer, 1981.

The Atlas of Economic Complexity; 2021; Disponível em: The Atlas of Economic Complexity (harvard.edu). Acesso em 18 jan. 2024

TORRES FILHO, Ernani Teixeira. Japão: da industrialização tardia à globalização financeira. **Estados e moedas no desenvolvimento das nações**. Petrópolis: Vozes, 1999.

TOUPLIKIOTIS, Asterios. **An Overview of Fractal Modeling—Some Specific Applications on the Dynamics of Employment and Personal Income: Entropic Criticism and Steady States**. Theoretical Economics Letters, v. 13, n. 3, p. 719-753, 2023.

Vieira, M. H. D.; Penna, T. H. T. (2020) **Estudo comparativo entre a trajetória econômica da Coreia do sul e do Brasil, à luz das políticas de inovação**. Revista Forense, 431, n.p.

VU, Trung V. **Economic complexity and health outcomes: A global perspective**. Social Science & Medicine, v. 265, p. 113480, 2020.

WOOLDRIDGE, Jeffrey M. **Introdução à econometria: uma abordagem moderna**. Cengage Learning, 2023.

ZHU, Shujin; LI, Renyu. Economic complexity, human capital and economic growth: empirical research based on cross-country panel data. **Applied Economics**, v. 49, n. 38, p. 3815-3828, 2017.