

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS

LUCCAS GARCIA CALHEIRANI

**EVIDÊNCIA TEÓRICA E ESTATÍSTICA DA RELAÇÃO ENTRE
COMPLEXIDADE ECONÔMICA E O ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO
HUMANO**

**CAMPINAS
2023**

**PONTÍFICA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS
CENTRO DE ECONOMIA E ADMINISTRAÇÃO
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
LUCCAS GARCIA CALHEIRANI**

**EVIDÊNCIA TEÓRICA E ESTATÍSTICA DA RELAÇÃO ENTRE
COMPLEXIDADE ECONÔMICA E O ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO
HUMANO**

Monografia apresentada à
Faculdade de Ciências Econômicas
do Centro de Economia e
Administração da Pontifícia
Universidade Católica de Campinas
como exigência parcial para a
obtenção do título de Bacharel em
Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. FABIO
EDUARDO IADEROZZA

**CAMPINAS
2023**

**PONTÍFICA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS
CENTRO DE ECONOMIA E ADMINISTRAÇÃO
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
LUCCAS GARCIA CALHEIRANI**

**EVIDÊNCIA TEÓRICA E ECONOMETRICA DA RELAÇÃO ENTRE
COMPLEXIDADE ECONÔMICA E O ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO
HUMANO**

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e
apresentado em 07 de dezembro 2023 pela
comissão apresentadora:

Prof. Orientador: Fabio Eduardo Iaderozza
Pontifícia Universidade Católica

Prof. Fabíola Cristina Ribeiro de Oliveira
Pontifícia Universidade Católica

**CAMPINAS
2023**

*Dedico este trabalho a todas as pessoas que
direta ou indiretamente lutaram pela minha educação.*

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo a apresentação e dissertação sobre as possibilidades do debate a respeito do desenvolvimento socioeconômico que tangencie os aspectos da complexidade econômica dos países, com o caso brasileiro como plano de fundo (demonstrando como, historicamente, o país se portou diante da variável de complexidade econômica).

Relacionando o índice de desenvolvimento humano e a complexidade econômica, foi feita uma análise estatística com os principais parâmetros básicos de visualização de dados (histogramas, dispersões das variáveis e métodos econométricos de regressão linear simples) para apresentação dessa relação. Essa monografia, dessa forma, busca quantificar as influências que a complexidade econômica possa exercer sobre o IDH posta aos países do mundo, percorrendo também sobre o que a literatura econômica diz a respeito do que é empírico na relação das variáveis.

Palavras-chave: Complexidade Econômica, Desenvolvimento Humano, Desenvolvimento Econômico

Figura 1: Porcentagem de participação no PIB por Estado..... 14

Gráfico 1 – Taxa Selic (acumulada a.a. 1986-2000).....	21
Gráfico 2 – Participação da Indústria de Transformação na composição do PIB (em porcentagem).....	22
Gráfico 3 - Variação do índice de Complexidade Econômica brasileiro	23
Gráfico 4 - Valor Exportado (Brasil, em bilhões de U\$)	24
Gráfico 5 – Histograma do Índice de Complexidade Econômica	31
Gráfico 6 – Histograma do Índice de Desenvolvimento Humano.....	32
Gráfico 7 – Dispersão do IDH e ICE.....	34
Gráfico 8 – Dispersão dos Resíduos x Valores esperados do IDH	39
Gráfico 9 – Dispersão e regressão da Complexidade Econômica e renda per capita	46

Tabela 1 – Mínimos e Máximos no cálculo do IDH.....	27
Tabela 2 – Indicadores de Desenvolvimento Humano no Sudão.....	29
Tabela 3 – Estatísticas Descritivas IDH, ICE.....	31
Tabela 4 – Estatísticas Descritivas do Modelo de Regressão Linear.....	35

SUMÁRIO

Capítulo 1 - Complexidade Econômica, desenvolvimento socioeconômico e IDH....	11
1.1 O conceito de complexidade econômica.....	11
1.2 Complexidade e desenvolvimento socioeconômico	14
1.3 A complexidade econômica brasileira	17
1.4 O Índice de Desenvolvimento Humano	26
Capítulo 2 - Apresentação dos dados e formulação do modelo de regressão linear	30
2.1 Apresentação e estatística descritiva dos dados.....	30
2.3 Verificação de possível heterocedasticidade.....	38
Capítulo 3 - Evidência empírica da relação dos indicadores do IDH com a Complexidade Econômica	42
3.1 Impactos da complexidade econômica nas variáveis do desenvolvimento humano.....	42
CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
REFERÊNCIAS	51

Capítulo 1 - Complexidade Econômica, desenvolvimento socioeconômico e IDH

O debate de como as sociedades devem se constituir e fazer decisões econômicas é diverso e não faltam modelos que se propõem a determinar quais relações podem trazer maior bem-estar, rendimentos ou qualquer outra variável que tangencie um substantivo positivo para a coletividade (desenvolvimento, crescimento, riqueza, felicidade etc.) Este trabalho propõe-se em atribuir ao debate do desenvolvimento socioeconômico e humano luz de como essa posição econômica (do desenvolvimento) pode se relacionar com um conceito que está intrinsecamente ligado ao tecido produtivo mundial e com a vida cotidiana de fato, a complexidade econômica.

Para tal, serão usadas referências de autores contemporâneos e passados para apresentar a hipótese e estabelecer um arcabouço teórico, além dos métodos estatísticos e econométricos que buscam quantificar e certificar que tais divagações teóricas estejam fixas na realidade econômica e social.

A importância deste debate transcende a discussão de crescimento, distribuição de riqueza, conhecimento ou produção. Parafraseando Celso Furtado, o debate do desenvolvimento é um problema de expressão dos valores de uma coletividade

1.1 O conceito de complexidade econômica

A complexidade econômica tem emergido como um tema de grande importância nas discussões contemporâneas sobre o desenvolvimento, crescimento econômico e industrialização dos países. Compreender as dinâmicas da complexidade econômica é essencial para a formulação de políticas que impulsionem o progresso socioeconômico e permitam o avanço das nações em direção a um desenvolvimento mais sustentado, sustentável e equitativo. Neste primeiro capítulo, abordaremos os principais aspectos relacionados ao conceito de complexidade econômica, sua ligação intrínseca com o desenvolvimento socioeconômico, como

essa relação se manifestou na economia brasileira e uma introdução ao conceito de desenvolvimento humano.

O estudo da complexidade econômica dos países tem sua importância e objetivo atrelados à compreensão de como o tecido produtivo das regiões se desenvolveram, se houve incremento ou não de conhecimento, diversificação produtiva e adição de valor no que se exporta. Este debate (do desenvolvimento econômico) pode ser abordado por diversos prismas, e um deles é exatamente a análise da complexidade econômica.

Observada a pauta de exportação das nações é construído o Índice de Complexidade Econômica¹, como o nome sugere, mede-se o nível de complexidade e sofisticação produtiva das economias mundiais.

A teoria pressupõe o estudo do acúmulo de conhecimento, a diversificação de produtos (representado pelo leque de áreas possíveis para se oferecer serviços e bens, em que os ofertantes são organizações e empresas que operam na economia), e a capacidade de pulverização desse conhecimento nos indivíduos (sendo a expressão de uma variedade de trabalhos mais especializados) como fatores de influência no valor agregado dos produtos. Esse ciclo de sofisticação produtiva influência é influenciado por variáveis de cunho social e econômico, como a renda per capita, níveis de desigualdade social, indicadores educacionais etc.

Para Hausmann et al (2012, p. 18), o conceito que vamos discutir pode ser definido como:

[...] Complexidade econômica é uma medida de quão conectada é a rede de interações produtivas de uma economia, e, portanto, de quanto conhecimento produtivo uma sociedade aloca nas indústrias. A complexidade econômica logo, se expressa na composição da produção de um país e reflete como ela é capaz de combinar este conhecimento.

Roncaglia et al (2020) debate o tema no livro “Brasil, uma economia que não aprende”. Na obra são discutidos os fatores possíveis para a definição desse nível de complexidade, aliados compreensão teórica das universidades norte-americanas que desenvolveram esse estudo e uniram os dados para formação dos índices por países analisados.

¹É o método de análise desenvolvido pelo economista Ricardo Hausmann no livro “The Atlas of Economic Complexity” com outros pesquisadores de diversas áreas do conhecimento, não se limitando apenas à economia. O índice indica a relação dos produtos exportados pelos países (e suas características) com variáveis ligadas ao desenvolvimento socioeconômico.

Segundo Roncaglia et al (2020), esse índice é medido a partir de dois indicadores fundamentais, sendo eles: ubiquidade e a diversidade de produtos que esse país é capaz de exportar.

O primeiro pode ser entendido como um índice de “disponibilidade” de um produto em um determinado espaço (em outras palavras, quantas economias são capazes de exportar este determinado bem), e a diversidade de produtos da pauta exportadora, como o nome sugere, é a medição da variedade de bens que essa economia exporta para outras nações.

Para melhor visualização dos conceitos, utilizemos o exemplo que Hausmann et al (2013, pg. 21) apresenta na obra “The Atlas of Economic Complexity”. O autor expõe três países (Países Baixos, Argentina e Gana) e cinco produtos (máquinas de raio-x, medicamentos, cremes, queijo e peixe congelado), com o intuito de mostrar como a diversidade e a ubiquidade se configuram nas relações de produção e exportação.

Sob a perspectiva dos produtores, os Países Baixos, uma nação caracterizada por sua alta complexidade econômica, demonstram a capacidade de exportar todos os cinco produtos em questão, resultando em um índice de diversificação notavelmente elevado. Todavia, ao direcionarmos a análise para os produtos em si, percebemos que somente os Países Baixos têm a capacidade de produção de todos os cinco itens mencionados, sendo as máquinas de raio-x e os medicamentos aqueles que se destacam por sua menor prevalência de ofertantes, denotando uma relativa escassez e conseqüentemente, uma menor ubiquidade.

A Argentina exporta cremes, queijo e peixes congelados, enquanto Gana, em contraste, concentra-se exclusivamente na exportação do último produto mencionado. Isso reflete a elevada ubiquidade deste alimento no mercado global, conseqüência da abundância de fornecedores dele.

Ao iniciar o debate dos fatores que medem o nível de complexidade das economias, precisamos nos atentar a possíveis distorções que o conceito de ubiquidade pode gerar. A preocupação no cuidado de não cair na armadilha estatística de que países exportadores de bens não ubíquos são necessariamente mais complexos necessita do cuidado teórico de verificação se esses produtos não-ubíquos se trata de recursos naturais que não necessariamente contém complexidade econômica em sua composição. Tomemos o caso de Botsuana e Serra Leoa como exemplo: são os maiores exportadores de diamante bruto, porém com uma pauta de

exportação pouco complexa. Roncaglia et al (2020) escreve que a não ubiquidade não deriva de sofisticação produtiva, de forma que o indicador de complexidade desses países precisa ser corrigido para representar uma estrutura produtiva baseada em produtos primários, com baixo valor agregado.

1.2 Complexidade e desenvolvimento socioeconômico

A complexidade econômica demonstra sua importância também em termos de desenvolvimento socioeconômico, haja vista a possibilidade de verificar, por exemplo, a correlação estatística entre a complexidade econômica e o desenvolvimento. Furtado (1967, pp. 79-80), grande expoente do pensamento sobre o desenvolvimento socioeconômico, aborda o conceito (de desenvolvimento econômico) na sua obra: Teoria e Política do Desenvolvimento Econômico, apresentando como acumulação de renda, progresso técnico, transformação do tecido produtivo e valores coletivos, tangenciados pela questão distributiva da renda, afetam o nível de produtividade do “conjunto econômico complexo”, e levam as economias ao chamado desenvolvimento.

[...] Sintetizando, o desenvolvimento tem lugar mediante aumento de produtividade ao nível do conjunto econômico complexo. Esse aumento de produtividade (e da renda per capita) é determinado por fenômenos de crescimento que têm lugar em subconjuntos, ou setores, particulares. As modificações de estrutura são transformações nas relações e proporções internas do sistema econômico, as quais têm como causa básica modificações na forma de produção, mas que não se poderiam concretizar sem modificações na forma de distribuição e utilização da renda. O aumento da produtividade física com respeito ao conjunto da força de trabalho de um sistema econômico somente é possível mediante a introdução de formas mais eficazes de utilização dos recursos, as quais implicam seja acumulação de capital, seja inovação tecnológica, ou mais corretamente a ação conjugada desses dois fatores. Por outro lado, a realocação de recursos que acompanha o aumento do fluxo de renda é condicionada pela composição da procura, que é a expressão do sistema de valores da coletividade. Dessa forma, o desenvolvimento é ao mesmo tempo um problema de acumulação e progresso técnico, e um problema de expressão dos valores de uma coletividade.

Dada a relevância da questão distributiva e utilizando o Índice de Gini² comparativamente ao Índice de Complexidade Econômica, a evidência estatística mostra que os países que têm em sua cesta de bens exportados a predominância de commodities possuem o Gini maior (mais próximo a 1 e, portanto, mais desiguais) e ICE (Índice de Complexidade Econômica) inferiores. Analisando os países comparativamente, evidenciamos exemplos que reiteram essa afirmação. Uma comparação feita pelos autores Hartmann et al (2017) é entre Chile e Malásia: enquanto o Chile possui 9,8 anos de escolaridade, PIB per capita de U\$21.044, GINI DE 0,49 e ocupa o 72º lugar no ranking de complexidade produtiva (dados referentes à 2012), a Malásia, com renda per capita semelhante (U\$22.314), 9,5 anos em média de escolaridade e Gini de 0,39, ocupa a 24 posição no ranking de complexidade.

Outro aspecto importante da relação entre aumento da complexidade econômica e a queda da desigualdade social é o fato de que aumentos de complexidade afetam positivamente índices de produtividade e eficiência dos trabalhadores e empresas, o que, por consequência, tende a aumentar os salários reais.

[...] O caminho da distribuição de renda deve ser conjunto com o aumento da produtividade, criando um ciclo virtuoso de aumento de produção e repartição dos ganhos produtivos; uma rede ou sistema onde as inovações e ganhos de eficiência promovem os ganhos de produtividade que, bem distribuídos, promovem novas ondas de ganhos de produtividade e complexidade, num ambiente geral de criação de riquezas (RONCAGLIA et al 2020, p. 162-163).

Todos esses fatores em conjunto resultam em aumentos salariais para, primeiramente, as atividades econômicas específicas da política industrial. Tomando como exemplo os mercados de peças de reposição para maquinários, essa atividade, uma vez que os salários médios e a renda se elevam, se eleva economicamente (mais investimento em pesquisas e incentivos à exportação) e, em seguida, toda a teia de interação (seus fornecedores e clientes) que essa atividade econômica se relaciona e que dela depende, por fim, se beneficiam.

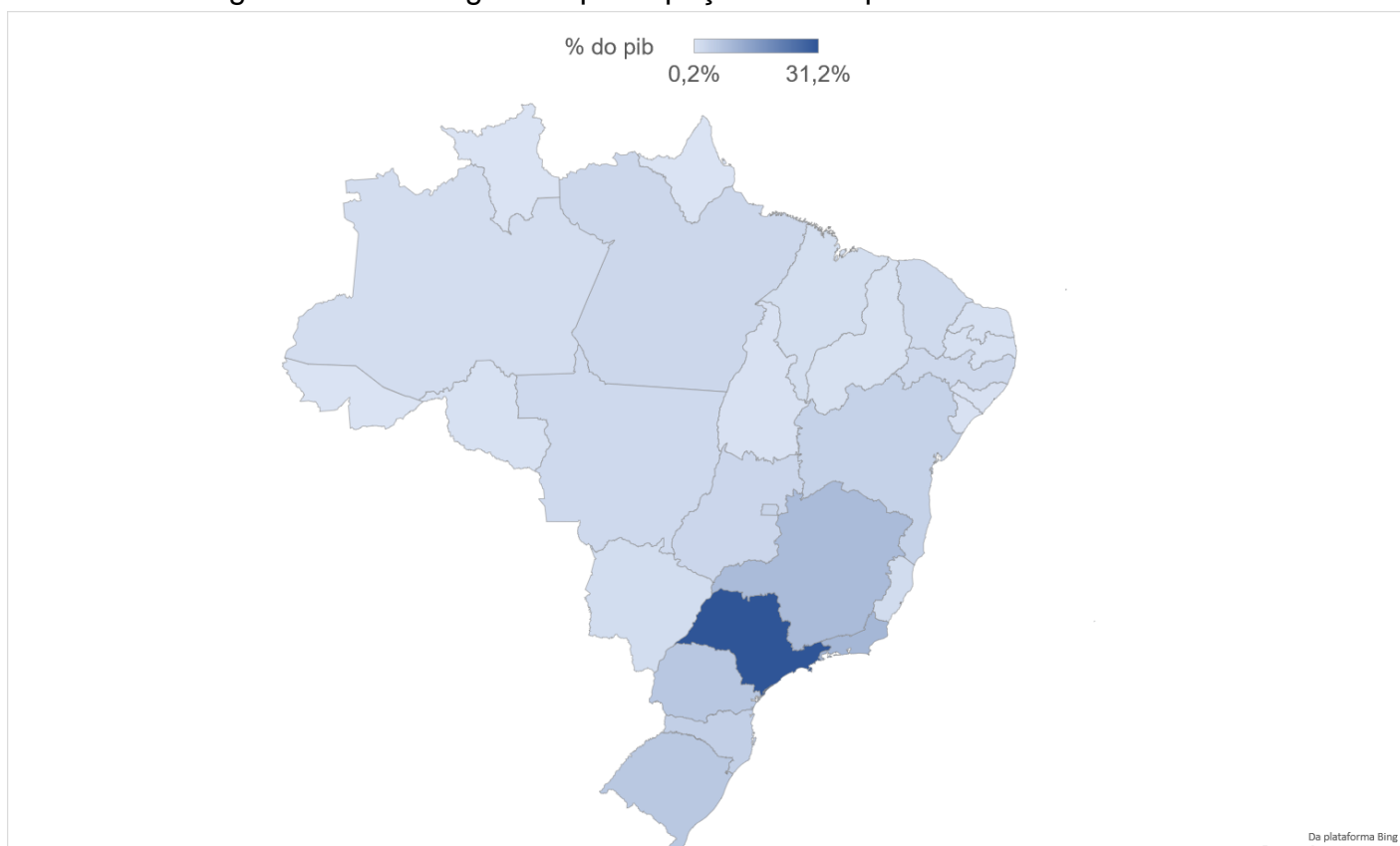
²Medida estatística que relaciona desigualdade de renda e população, variando de 0 a 1, de uma sociedade completamente igualitária (0) e uma sociedade com máxima desigualdade (1).

Segundo Roncaglia et al (2020), produtos sofisticados ou complexos requerem maiores habilidades produtivas e, portanto, geram salários mais altos. Um produto sofisticado ou complexo gera uma divisão do trabalho relativamente extensa e isso leva à criação de empregos. Assim, um produto sofisticado ou complexo constrói uma classe média forte e gera longas “escadas de carreira.”

Por outro lado, o incremento da complexidade nacional pode também gerar um processo de incremento na desigualdade interna. No Brasil podemos observar como o processo de industrialização durante o século 20 concentrou seu investimento no Sudeste, mais especificamente, em São Paulo, como demonstra a Figura 1. Essa maior expressão na porcentagem de participação no PIB por Estado demonstra, além da desigualdade, como a industrialização influenciou a região sudeste na realização de atividades econômicas com maior valor agregado.

A porcentagem de participação no PIB por Estado é apenas um dos dados de como a industrialização gerou, por um lado, incremento na renda da região sudeste, porém aumentou os índices de desigualdade brasileiros. Outras estatísticas que poderíamos observar é: renda per capita, valor exportado (em U\$) e taxas de investimento.

Figura 1: Porcentagem de participação no PIB por Estado.



1- Fonte: Elaboração própria (2023) - Dados retirados do site do IBGE

1.3 A complexidade econômica brasileira

Para compreendermos como se desenvolveu a complexidade econômica brasileira, precisamos fazer uma análise histórica de como o país pautou suas políticas econômicas ligadas à indústria. Segundo Versiani e Suzigan (1990), o início do crescimento industrial remete ao primeiro quadro geral das atividades industriais feito, organizado pelo Centro Industrial do Brasil em 1907 que demonstrou grande relevância de manufaturas de tecido no país, fato que se modificaria a partir dos anos 20 com a diversificação da produção nacional no contexto pós Primeira Guerra Mundial. Versiani (1990, pg 9) ressalta:

[...] Entre o final da Primeira Guerra e 1930, verificou-se um importante processo de diversificação industrial. Entre os produtos que passaram a ser fabricados localmente podem ser citados: ferro-gusa, cimento, ferramentas elétricas, motores elétricos, máquinas têxteis, equipamentos para o refino do açúcar, implementos agrícolas, aparelhos de gás, relógios e instrumentos de medição.

Os primeiros momentos do incremento da atividade industrial no país não se demonstraram como uma estratégia coordenada, mas, sim, um esforço da classe industrial emergente em garantir a oferta desses bens, impulsionado pela expansão da economia cafeeira no início do século 20. Houve aplicações diretas de capital para abrir indústrias no país, aliada à altas práticas protecionistas no sistema tarifário nacional (Versiani, 1990)

A evidência de uma ação mais incisiva e organizada do Estado brasileiro no processo de desenvolvimento industrial se verifica a partir dos anos de 1930 com o primeiro governo de Getúlio Vargas. A respeito disso, Cano (2017, pg. 269) destaca:

[...] Liderada por Vargas, a Revolução de 1930 foi amplamente vitoriosa. Construimos um novo Estado, necessariamente interventor e desenvolvimentista. Criamos um incipiente sistema de Planejamento e Administração Pública e formamos um novo quadro técnico de funcionários públicos. Retomamos o caráter público do Banco do Brasil, dirigindo o crédito público para os novos objetivos da nação. A Política Econômica passou a ser efetivamente administrada para a industrialização.

Na década de 40, as principais representações indústrias brasileiras já se configuravam no setor metalúrgico e de minerais, com a criação da CSN em 1941 e a Vale do Rio Doce, em 1942. Versiani (1990, p. 15) relata as ações do governo³ a partir dos anos 50:

[...] Logo no início da década, a realização de um amplo diagnóstico da economia brasileira, identificando "pontos de estrangulamento" nas áreas de transportes, energia, agricultura e indústria, levou à criação de um banco de desenvolvimento (o BNDE - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico) em 1952. Inicialmente dedicado a gerir os recursos orientados para investimentos em infraestrutura (energia e transportes), o BNDE viria posteriormente a desempenhar papel fundamental no desenvolvimento das indústrias de base e na diversificação da indústria de transformação.

Ainda nos anos 50, as ações decorrentes do Plano de Metas⁴ possibilitam afirmar que houve um planejamento industrial de fato no país, com reflexos visíveis na criação de empresas e oferta de bens com complexidade mais elevados. Em 1953 foi criada a Petrobrás, trazendo para o país toda a expertise no refino, extração e produção de petróleo, além de medidas de política monetária pela SUMOC (Superintendência da Moeda e do Crédito, que seria uma espécie de precursor do Banco Central) para facilitar a importação de bens industrializados e máquinas por empresas transnacionais, promovendo benefícios para as indústrias automobilística, química e de bens de capital (BERGSMAN, 1970, p. 77).

O próximo momento de destaque da industrialização brasileira foi com o II PND⁵, no qual houve significantes investimentos em áreas como: energia hidrelétrica, energia atômica, indústria petroquímica, metalurgia dos não ferrosos (em especial alumínio), produção de etanol, exploração e refino de petróleo e transporte marítimo

³O diagnóstico da citação se refere ao texto criado pela Comissão Mista Brasil-Estados Unidos para o Desenvolvimento Econômico na década de 1950 (ver Malan et al., 1977, p.60-86).

⁴Programa econômico desenvolvido pelo governo Juscelino Kubitschek que articulou o desenvolvimento de diversos setores da economia brasileira, resultando no desenvolvimento de atividades da indústria pesada, bens de consumo, bens de consumo duráveis e de capital na economia do país. Também se destacaram o processo de substituição de importações, políticas protecionistas, empreendimentos estatais em setores estratégicos e crescentes financiamentos a empreendimentos industriais.

⁵Programa econômico criado no contexto da Ditadura Militar brasileira, com objetivo de continuidade do processo de industrialização nacional e alavancar o desenvolvimento econômico do país, ainda no contexto do processo de substituição de importações.

(GIMENEZ, 2020). Porém, por fatores internos e externos, o plano, apesar de ter por objetivo completar a estrutura industrial brasileira, deixou sequelas na economia.

[...] Embora tenham sido eficazes na construção de uma base industrial integrada e altamente diversificada, essas políticas deixaram sequelas pois, ao perseguirem um objetivo de "estrutura industrial completa" sob um elevado e permanente esquema de proteção e promoção, geraram ineficiências a nível de indústrias específicas, em prejuízo da especialização e da maior integração com o mercado internacional. O resultado é que a economia brasileira se tornou extremamente fechada, apresentando um dos menores coeficientes de importação do mundo. Em consequência, muitas indústrias permaneceram não-competitivas, tanto no mercado interno quanto no mercado internacional. (VERSIANI 1990, p. 21).

A década de 80 (marcada pela crise da dívida e pela crescente inflação) marcou uma nova posição do Estado brasileiro em relação à sua indústria, caracterizando um distanciamento do planejamento industrial nacional. As principais razões, segundo Versiani (1990), estão relacionadas com fatores internos⁶ de crise, resultando em uma situação de queda abrupta nos indicadores industriais. Entre 1981 e 1983, a indústria brasileira reduziu aproximadamente 17% o nível de produção, perdeu 20% da mão de obra empregada e cortou pela metade os investimentos em P&D (Versiani, 1990), mas também houve influência internacional para essa inflexão, a exemplo do segundo choque do petróleo⁷ e da elevação das taxas de juros internacionais em 1979, afetando diretamente a dívida externa que o Brasil havia contraído para o financiamento do seu parque industrial nas décadas anteriores.

Sobre as circunstâncias externas dos anos 80 sobre a indústria e os projetos da ditadura militar, Cano destaca:

[...] O choque norte-americano dos juros e o corte do financiamento externo foram fulminantes para a América Latina, em especial para o Brasil, que mergulhou numa profunda crise entre 1980 e 1983, com o PIB crescendo em

⁶Entre os fatores internos que o autor ressalta estão o DECRETO-LEI Nº 1.726, DE 7 DE DEZEMBRO DE 1979, que dispõe sobre isenção e redução fiscal para importação de bens manufaturados.

⁷Crise ocorrida em 1979, quando a revolução islâmica no Irã (um dos membros da OPEP) interrompeu a produção nacional e elevou os preços internacionais do hidrocarboneto.

média anual de apenas 2,2% na década, e a indústria de transformação em 0,9%. Do enorme conjunto de investimentos programados pelo regime militar – iniciados ou já em andamento –, a maior parte sofreu paralização, com o que a taxa de investimento, antes em torno de 25%, cairia para a média de cerca de 17%. (CANO, 2017, p. 279).

Ao final dos anos 80, no contexto do fim da Guerra Fria, a ascensão dos Estados Unidos como a principal potência mundial e sua grande influência sobre órgãos internacionais (principalmente àqueles aos quais as nações tinham empréstimos a pagar, como o FMI) foram centrais para que o Consenso de Washington⁸ fosse introduzido em países subdesenvolvidos. Este foi o momento da mudança de paradigma na relação do Estado brasileiro com a indústria nacional, inaugurando uma série de reformas que afastou a ação estatal do desenvolvimento industrial e mudou a forma de condução da política econômica do país.⁹

Uma das reformas que o Consenso de Washington previa era a abertura financeira, que induziu uma série de ajustes no mercado financeiro, além da abertura comercial e mais liberdade na gestão dos Bancos Centrais e nos mercados de câmbio (Cano, 2017). Essas medidas foram extremamente prejudiciais para o setor industrial brasileiro.

Dando continuidade no processo de liberalização da economia brasileira e precarização da indústria nacional, em 1994 a implementação do Plano Real¹⁰ para o combate à inflação¹¹. Entre as medidas adotadas que afetaram a industrialização brasileira estão a âncora cambial (paridade de 1 para 1 do dólar em relação ao real) e a continuidade da abertura comercial. Essas decisões, ainda que demonstrassem eficiência no controle inflacionário, influenciaram o processo de desindustrialização. A âncora cambial deteriorou o valor das exportações brasileiras e a abertura comercial impôs aos produtos nacionais concorrentes que possuíam estruturas produtivas mais eficientes, resultando em um conjunto de variáveis que afetaram negativamente a indústria nacional.

⁸Conjunto de políticas econômicas recomendadas pelo FMI e o BIRD no fim da década de 1980, formuladas como “resposta” às crises que os países em desenvolvimento (incluindo o Brasil) passavam na época.

⁹Ver Cano (2017, pgs 276-277)

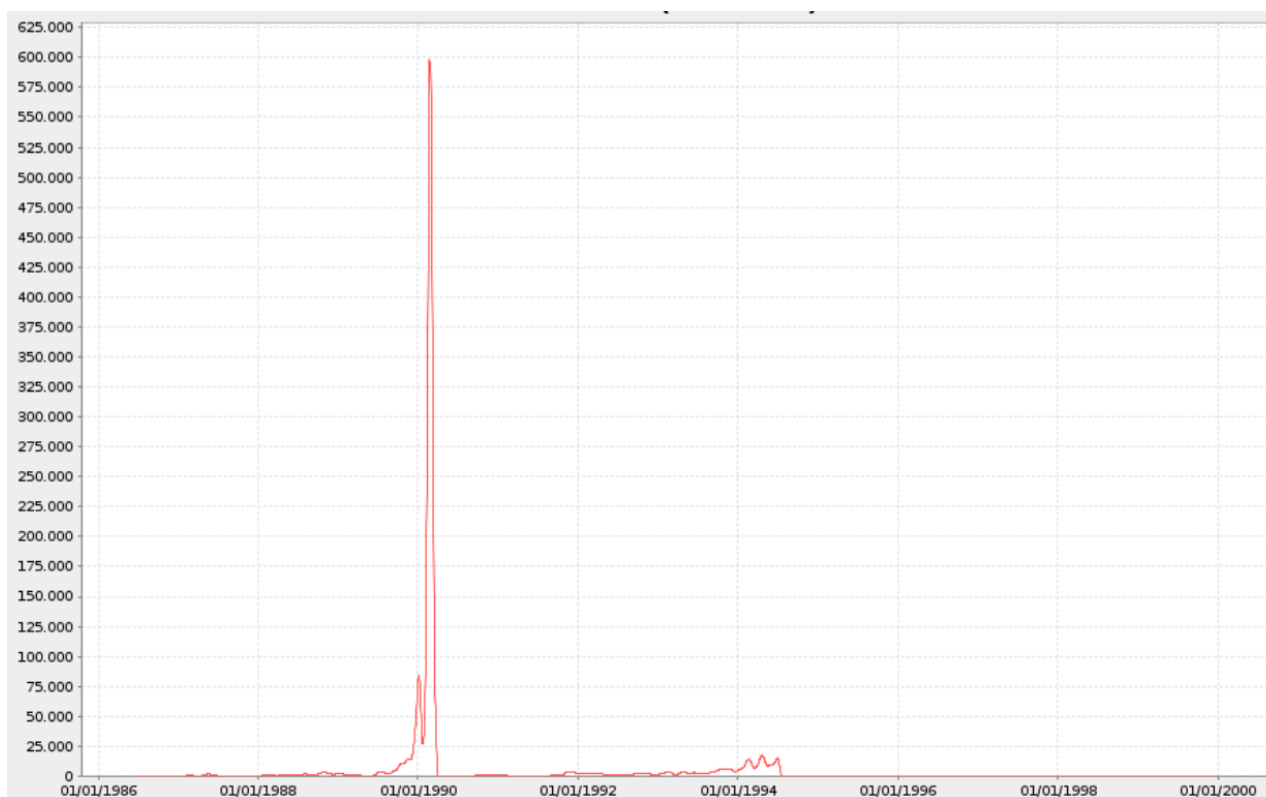
¹⁰O Plano Real foi, dos programas econômicos implementado no Brasil com o objetivo de combater a inflação, o que mais se mostrou eficaz. Criado em 1994, durante a presidência de Itamar Franco, desenvolveu medidas que conseguiram controlar a inflação de forma significativa.

¹¹O Brasil sofreu um abrupto aumento inflacionário a partir da segunda metade da década de 80, com sucessivos programas econômicos de combate à inflação que não obtiveram o resultado desejado.

[...] A taxa média anual do crescimento do PIB, ao longo do período 1989-2002 foi de apenas 1,9% e a da indústria de transformação, de apenas 0,9%. Com isto, nossa desindustrialização dava mais um passo, caindo a participação do setor de transformação no PIB, de cerca de 22% para 20%. (CANO, 2017, p. 279).

Outro fator central para o que Cano (2000, pg. 258) chamou de “camisa de força” para a política econômica foi o aumento nas taxas de juros, fruto tanto dos fatores externos listados anteriormente, como do alinhamento das políticas macroeconômicas com as potências ocidentais. Como proposta de combate à inflação e atração de capital externo, as taxas de juros demonstraram forte crescimento a partir de 1986, como mostra o Gráfico 1, afetando de forma definitiva a capacidade de investimento e desenvolvimento da indústria nacional, e conseqüentemente, de uma maior expressão de complexidade produtiva.

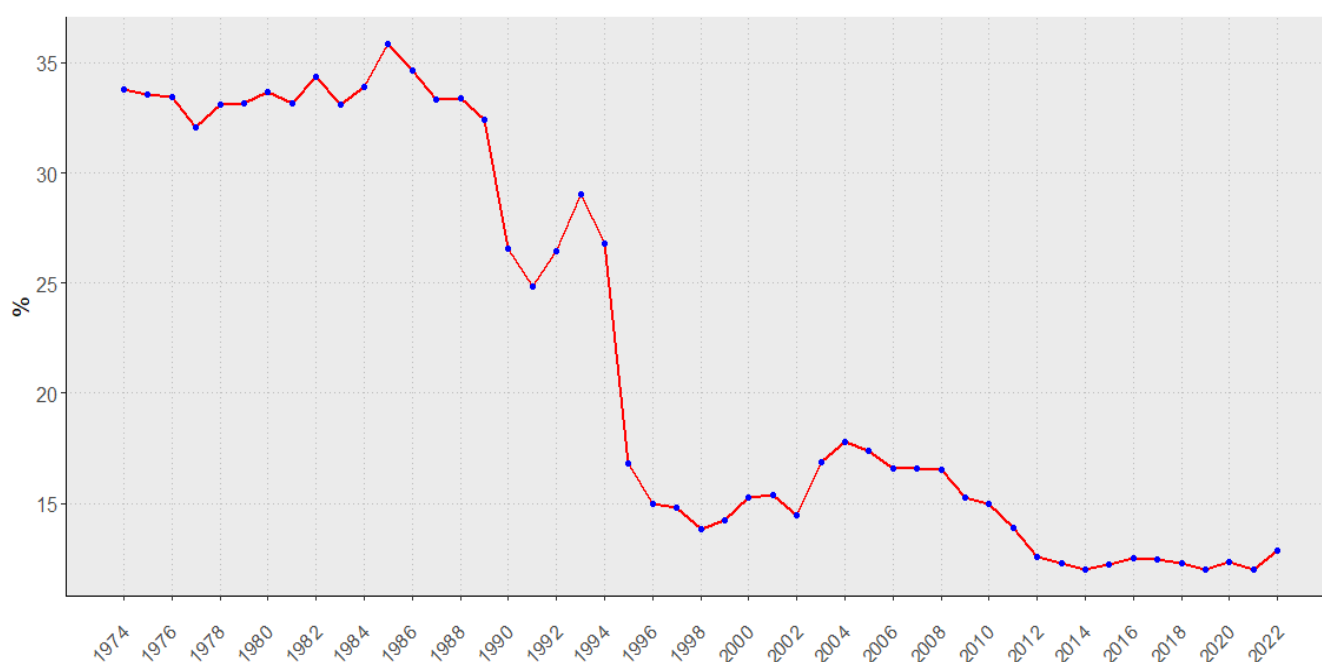
Gráfico 1: Taxa Selic (1986-2000)



2 - Fonte: SGS – Sistema Gerenciador de Séries Temporais - Dados retirados do site do Banco Central (Acesso em 2023)

Segundo dados do IPEA (2023), entre 1974 e 1990, o patamar de participação industrial (de transformação) brasileiro variava entre 32 e 36% na renda nacional, o que demonstrava uma forte presença da indústria na economia brasileira. Contudo, outra evidência estatística que reitera como a mudança de paradigma brasileiro sobre a política econômica (aliada à consequência das reformas neoliberais) colocou a pauta industrial em segundo plano. O Gráfico 2 demonstra a participação da indústria de transformação na composição do Produto Interno Bruto (em porcentagem).

Gráfico 2 – Participação da Indústria de Transformação na composição do PIB (em porcentagem).



3. Fonte: Elaboração própria (2023) - Dados retirados do site do IPEA

A primeira década do século 21 ainda apresentou uma sobrevida na complexidade econômica brasileira, que manteve certa estabilidade no seu índice, resultante de uma pauta exportadora que continha bens industrializados. Segundo dados do Observatory of Economic Complexity, no ano 2000 o Brasil exportou U\$59,7 bilhões, sendo aproximadamente 10% da pauta exportadora brasileira composta por máquinas de transporte que demandavam uma complexidade econômica no conhecimento de engenharia (o país exportava aviões, helicópteros, caminhões,

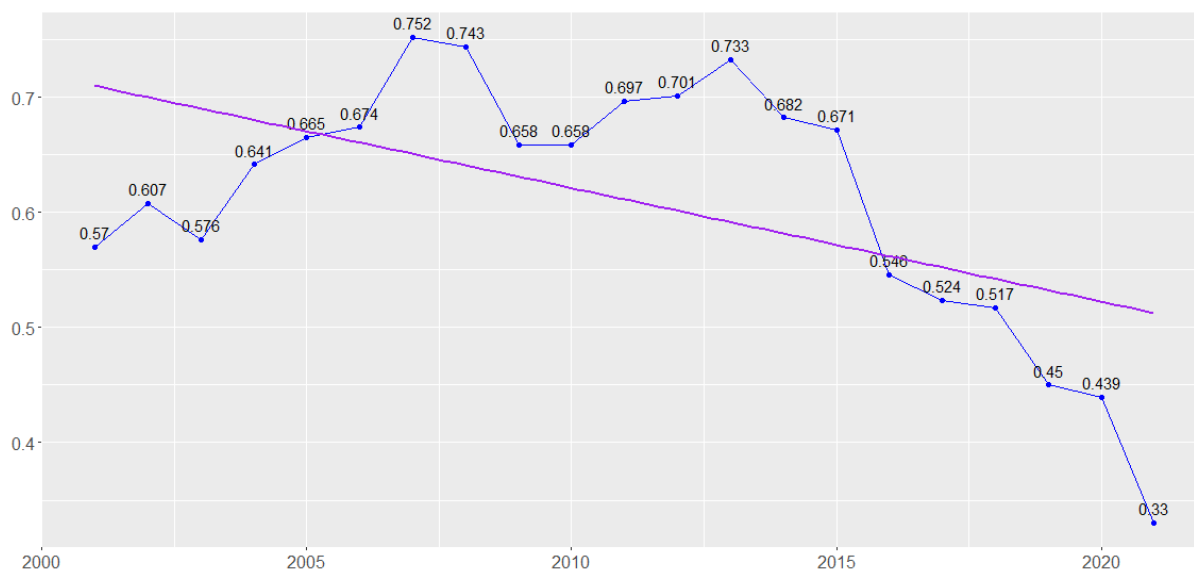
carros, tratores, entre outros), além de seus componentes, sendo os principais destinos dos produtos brasileiros: Estados Unidos, Argentina e Japão.

[...] A indústria de aviação brasileira é um interessante exemplo de engajamento de um país em desenvolvimento em todas as etapas da cadeia de valor de um setor. Enquanto a participação do país na CGVs parece estar concentrada à montante do processo de manufatura, com cerca de 60% das exportações sendo commodities e produtos primários, a indústria da aviação – setor de alta intensidade tecnológica – é um ilustrativo caso no qual as firmas brasileiras estão engajadas em todo o ciclo produtivo, desde o projeto até vendas e o serviço pós-venda. (ZHANG, 2014, p. 84).

Diante do que foi exposto, o índice (de complexidade econômica) do Brasil demonstrou tendência abrupta de queda nos últimos anos, como mostra os dados da OEC¹² (2000-2021). Houve uma expressiva reprimarização da economia brasileira, renunciando a exportação de produtos de maior complexidade em detrimento do aumento da exportação de commodities. Como citado anteriormente, a primeira década do século 21 configurava um cenário econômico em que a relevância industrial brasileira (observada principalmente no polo produtivo de aviação) ainda estava posta, porém, a curva que representa o nível de complexidade do país demonstrou uma tendência de queda abrupta a partir de 2015, atingindo os valores mais baixos dessa série histórica.

¹² Observatory of Economic Complexity

Gráfico 3 - Variação do índice de Complexidade Econômica brasileiro



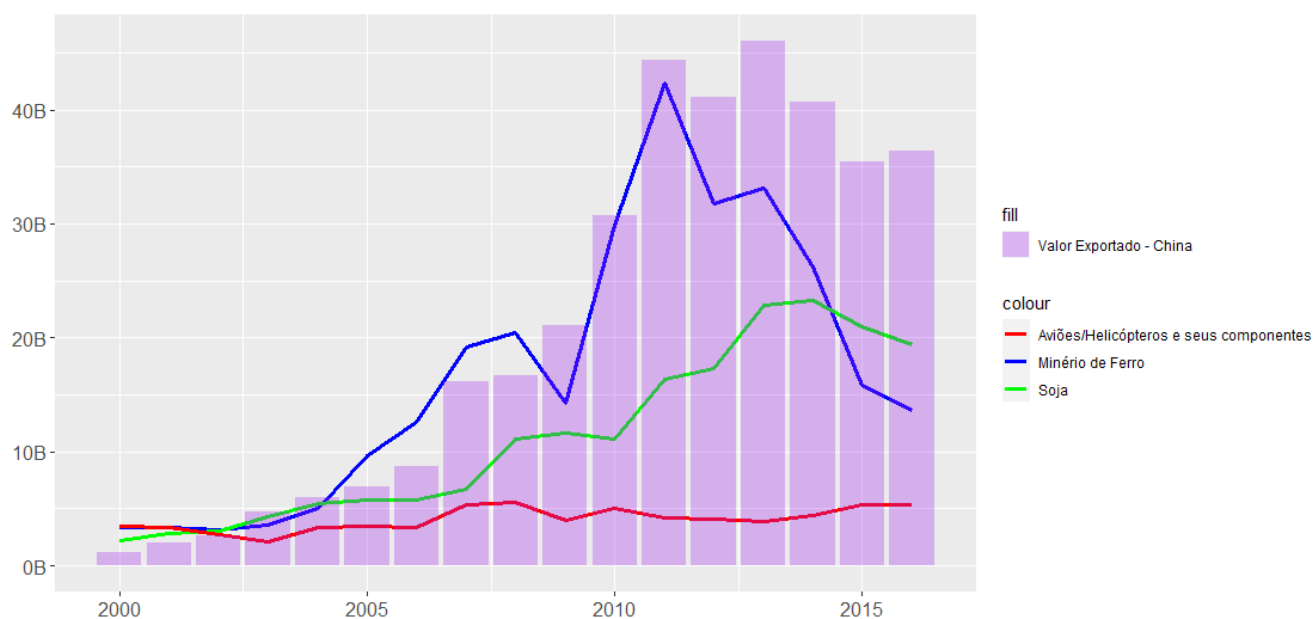
4. Fonte: Elaboração própria (2023) - Dados retirados do site do Observatory of Economic Complexity

Um dos fatores que influenciou o aumento da oferta de commodities para exportação (e, conseqüentemente, a reprimarização da pauta exportadora) foi a influência da demanda chinesa por alimentos e matérias primas, o que elevou os preços desses produtos no mercado internacional.

[...] Foi assim que nossas exportações cresceram, entre 2002 e 2010, à taxa média anual de 16,3%, dinamizando, principalmente, o setor agrícola, o mineral, e secundariamente, os serviços. Como as importações cresceram ainda mais (21%), o setor de serviços foi ainda mais beneficiado, crescendo acima dos demais setores e do PIB, cuja taxa foi de 4,0%. A indústria de transformação, contudo, foi o setor que menos cresceu (3%) não se desviando da rota de desindustrialização. (CANO, 2017, p. 287).

O Gráfico 4 demonstra a série histórica da exportação (em U\$) de dois produtos de baixa complexidade (que viriam a se tornar os principais bens da pauta exportadora brasileira nos últimos anos), um produto de complexidade relativa superior, maior valor agregado e que possuem parques industriais consolidados no Brasil (componentes da indústria aeronáutica), além de apresentar a variação no valor das exportações brasileiras para a China. Os dados são referentes aos anos de 2000 até 2016.

Gráfico 4 - Valor Exportado (Brasil, em bilhões de U\$)



5. Fonte: Elaboração própria (2023) - Dados retirados do site Observatory of Economic Complexity

Percentualmente, segundo dados do Observatory of Economical Complexity (2023), a soja e o minério de ferro passaram de, respectivamente, 3,75% e 5,35% no percentual das exportações brasileiras em 2000, para 10,3% e 7,22% em 2016. Já no que tange às relações Brasil-China, o país asiático era destino de 1,94% das exportações brasileiras em 2000, saltando para 19,2% em 2016 e se tornando o principal parceiro comercial brasileiro. Ainda que isso não seja um fator determinante para explicar a reprimarização da pauta exportadora brasileira, é visível como a demanda chinesa por commodities influenciou uma priorização na produção de bens menos complexos no país.

Dessa forma, podemos concluir que a complexidade da economia brasileira deu seus saltos mais significativos no fim da primeira metade do século 20, quando o Estado coordenou as políticas industriais do país e garantiu um ambiente que favorecia o desenvolvimento dessas atividades econômicas, dando espaço para produção e exportação de bens de maior valor agregado. Porém, devido a fatores internos e externos, no início da década de 80, foi visível o ponto de inflexão dessa política econômica, dando prioridade para uma visão neoliberal que, ao afastar o Estado e manter as políticas econômicas do Consenso de Washington, viu seus indicadores industriais e de complexidade se deteriorarem.

1.4 O Índice de Desenvolvimento Humano

O Índice de Desenvolvimento Humano é um dos principais métodos de análise do desenvolvimento socioeconômico de países e cidades. Nesse subcapítulo, será debatido o conceito do IDH, quais as variáveis incluídas no modelo, seus métodos de cálculo e a apresentação de seus aspectos técnicos.

Criado dentro do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD¹³), o IDH é uma importante ferramenta estatística para medir o desenvolvimento humano de uma região. Criado pelo economista paquistanês Manhub ul Haq e pelo economista indiano Amartya Sen nos anos 1990 como uma alternativa de análise ao PIB (visto que esse captava apenas a dimensão econômica do desenvolvimento, mas não se aprofundando em questões sociais mais específicas), ele (o IDH) procura unir variáveis relacionadas à renda, saúde e educação para construir um indicador que varia de 0 (menos desenvolvido) até 1 (mais desenvolvido). Existem outras formas de cálculo desse índice, que utiliza técnicas matemáticas mais robustas e uma maior quantidade de dados na sua composição com o intuito de incrementar a análise estatística e deixá-la mais próxima da realidade, como o IDHM (que se refere ao IDH municipal), e o IDHAD (Índice de Desenvolvimento Humano Ajustado à Desigualdade), que tem um enfoque nos desequilíbrios de renda como fator de influência no desenvolvimento humano.

Por definição, o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento apresenta o IDH como:

[...] O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é uma medida resumida do progresso a longo prazo em três dimensões básicas do desenvolvimento humano: renda, educação e saúde. (PNDU, 2023).

Os parâmetros do IDH são, de forma generalizada, uma percepção de como os países se organizam nas respectivas áreas dos parâmetros citados anteriormente, de forma a contribuir com seu um maior bem-estar, e conseqüentemente, evoluindo seu padrão de desenvolvimento.

¹³Agência da ONU que, colaborando com os governos, setores privados e sociedade civil, atua em ações de combate à pobreza e auxílio no Desenvolvimento Humano em grande parte dos países que fazem parte das Nações Unidas.

A formalização e mensuração do IDH ocorre em duas etapas, sendo a primeira o estabelecimento das dimensões do índice, adicionando valores mínimos e máximos, com o intuito de transformar o indicador em um modelo que varie de 0 a 1.

Tabela 1 – Mínimos e Máximos no cálculo do IDH

Dimensão	Indicador	Mínimo	Máximo
Saúde	Expectativa de vida (anos)	20	85
Educação	Anos esperados de estudo (anos)	0	18
	Média de anos de estudo (anos)	0	15
Renda	Renda bruta per capita (PPC)	100	75.000

6. Fonte: Technical notes calculating human development indices (2020); UNDP

De acordo com as notas técnicas do Relatório de Desenvolvimento Humano, os mínimos e máximos na dimensão da saúde podem ser justificados da seguinte forma:

[...] A justificativa para estabelecer um zero natural da expectativa de vida em 20 anos foi baseada na evidência histórica de que nenhum país no século 20 tenha tido uma expectativa de vida menor que 20 anos (Maddison, 2010; Oeppen e Vaupel, 2002; Riley, 2005). Com a constante melhora nas condições de vida e avanços na medicina, a expectativa de vida se torna próxima de 85 anos em diversas economias: 84,9 anos em Hong Kong, China e 84,6 anos no Japão. (Technical notes calculating human development indices; UNDP, 2020, pg. 2).

No panorama educacional, a nota destaca:

[...] Sociedades podem subsistir sem educação formal, justificando a educação mínima de 0 anos. A expectativa máxima de anos de educação é 18, o equivalente a atingir um grau de Mestrado em muitos países. A média máxima de anos de estudo, 15, é a projeção máxima desse indicador para 2025. (Technical notes calculating human development indices; UNDP, 2020, p. 2).

Por fim, a consideração a respeito dos mínimos e máximos da Renda Bruta per Capita:

[...] O valor mínimo da renda bruta per capita, \$100, é justificado pela grande quantidade de produção não medida, e de atividades econômicas informais, que caracterizam ganhos próximos desse mínimo e que não são consideradas em dados oficiais. O máximo está definido em \$75.000 per capita. Kehneman e Deaton (2010) demonstraram que não há ganhos em desenvolvimento humano e bem-estar em rendas anuais acima de \$75.000 per capita. (Technical notes calculating human development indices; UNDP, 2020, p. 2).

Estimado os mínimos e máximos, o cálculo se caracteriza pela seguinte expressão matemática de cada dimensão analisada:

$$\text{Dimensão do índice} = \frac{\text{valor atual} - \text{valor mínimo}}{\text{valor máximo} - \text{valor mínimo}} \quad (1)$$

O estudo também ressalta que para os indicadores educacionais, é feito o cálculo individual, conforme teorizado, porém é extraída a média aritmética dos dois valores encontrados.

Estabelecidos os valores de cada indicador, com os máximos e mínimos parametrizados, o IDH é a média geométrica das três dimensões analisadas.

$$\text{IDH} = (I_{\text{saúde}} \cdot I_{\text{educação}} \cdot I_{\text{renda}})^{\frac{1}{3}} \quad (2)$$

Como exemplo, as Notas Técnicas para o cálculo do IDH (2020) apresentam o exemplo do Sudão (dados de 2017) para ilustrar a composição do IDH desse país.

O ano de 2017 foi marcado pela continuidade dos desafios políticos e humanitários que vinham afetando o país desde 2011, com a independência do Sudão do Sul¹⁴. Os dados demonstram, especialmente, uma fragilidade educacional no que tange aos anos de estudo médio de um sudanês.

Tabela 2 – Indicadores de Desenvolvimento Humano no Sudão

Indicador	Valor
-----------	-------

¹⁴A independência do Sudão do Sul em 2011 aconteceu em um contexto de marginalização política e econômica da região em relação ao governo central de Cartum, o que culminou em um referendo para a independência do novo país.

Expectativa de vida (anos)	65,3
Expectativa de anos de estudo (anos)	7,9
Média de anos de estudo (anos)	3,8
Renda bruta per capita (2017 PPC U\$)	3.829

7. Fonte: Technical notes calculating human development indices (2020); UNDP

Depois da coleta e definição de máximos e mínimos estatísticos, o cálculo é estabelecido da seguinte maneira:

$$\text{Índice de saúde} = \frac{65,3-20}{85-20} = 0,6971 \quad (3)$$

$$\text{Índice da média de anos de estudo} = \frac{3,8 - 0}{15 - 0} = 0,2513 \quad (4)$$

$$\text{Índice da expectativa de anos} = \frac{7,9 - 0}{18 - 0} = 0,4388 \quad (5)$$

$$\text{Índice de educação} = \frac{0,4388+0,2513}{2} = 0,3447 \quad (6)$$

$$\text{Índice de renda} = \frac{\ln(3.829)-\ln(100)}{\ln(75.000)-\ln(100)} = 0,5506 \quad (7)$$

$$IDH_{2017} = (0,6971 \cdot 0,3447 \cdot 0,5506)^{\frac{1}{3}} = 0,510 \quad (8)$$

Por fim, com o valor do IDH definido a partir do cálculo demonstrado, podemos afirmar se o IDH é muito elevado, elevado, médio ou baixo. Ainda de acordo com o Relatório de Desenvolvimento Humano (2020), as características que fundamentam a categorização do IDH entre 0 e 1 são definidas a partir dos quartis da distribuição do indicador.

Capítulo 2 - Apresentação dos dados e formulação do modelo de regressão linear

Os métodos estatísticos constituem uma ferramenta de grande importância na formulação de arcabouços e modelos matemáticos capazes de explicar de forma quantitativa como as relações constituídas na realidade material econômica se desenvolvem. Para isso, utilizaremos de estatísticas descritivas, modelos econométricos simples, além de testes de significância e estudos específicos sobre a variância dos resultados.

O segundo capítulo da monografia se dedica a explorar a descrição e visualização das estatísticas descritivas dos dados amostrais, suas visualizações a partir dos seus respectivos histogramas, a dispersão dos dados e pôr fim a explicação de modelos econométricos para entender o “quanto” essas relações se explicam.

2.1 Apresentação e estatística descritiva dos dados.

A dispersão dos dados é fundamental para avaliar a variabilidade das observações e identificar possíveis tendências ou padrões. Em seguida, o modelo econométrico será apresentado, que tangencia a relação do ICE (variável independente) com o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) (variável dependente).

Os métodos econométricos desempenham um papel crucial na análise quantitativa das relações entre variáveis. Eles permitem a estimativa de coeficientes que indicam a magnitude e direção das influências, bem como a avaliação da significância estatística dessas relações. O teste t verifica a significância dos coeficientes individuais.

O Coeficiente de Determinação R^2 é uma métrica importante que demonstra a proporção da variação na variável dependente que é explicada pelo modelo. Em conjunto, essas ferramentas econométricas fornecem uma estrutura sólida para analisar quantitativamente como o IDH e seus componentes afetam o Índice de Complexidade Econômica, contribuindo para uma compreensão mais completa das relações econômicas e sociais do estudo.

Em primeiro lugar, vale ressaltar a origem dos dados que serão apresentados. São eles: dados de corte transversal referentes a 115 países, obtidos através das seguintes fontes: o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) foi retirado das bases de dados fornecidas pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), e o Índice de Complexidade Econômica (ICE) foi coletado do site Observatório de Complexidade Econômica (OEC), da Universidade do MIT.

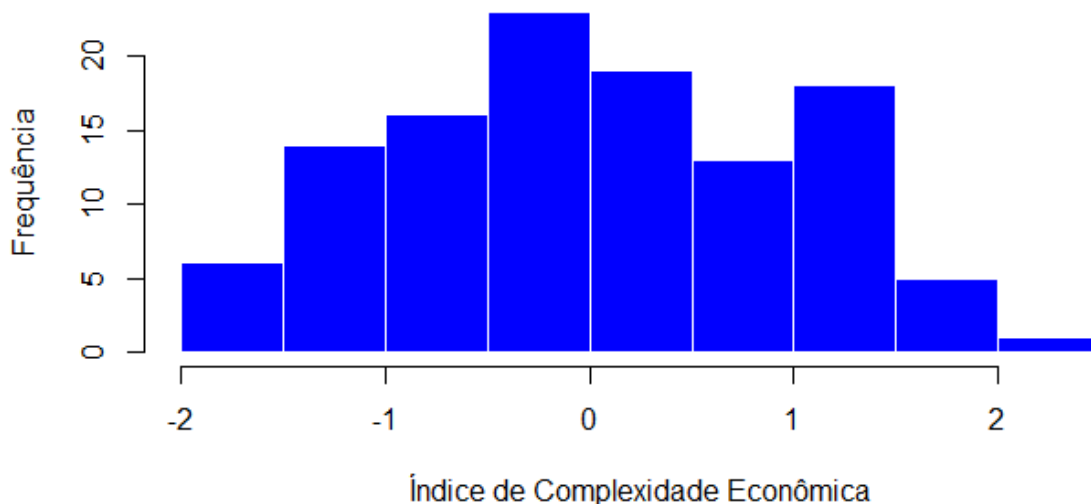
A Tabela 3 apresenta as estatísticas descritivas do conjunto dos dados, sendo três medidas de tendência central (média, mediana e moda), duas de dispersão (desvio padrão e variância) e duas de amplitude (mínimo e máximo)

Tabela 3 – Estatísticas Descritivas IDH, ICE e componentes do IDH.

Estatística	IDH	ICE
Média	0,740	0,0218
Mediana	0,758	-0,007
Moda	0,745	-
Desvio Pd	0,15105	0,96574
Variância	0,02281	0,93265
Mínimo	0,394	-1,93
Máximo	0,962	2,06

8. Fonte: UNDP (2021) e Observatory of Economical Complexity (2023)

Gráfico 5 – Histograma do Índice de Complexidade Econômica



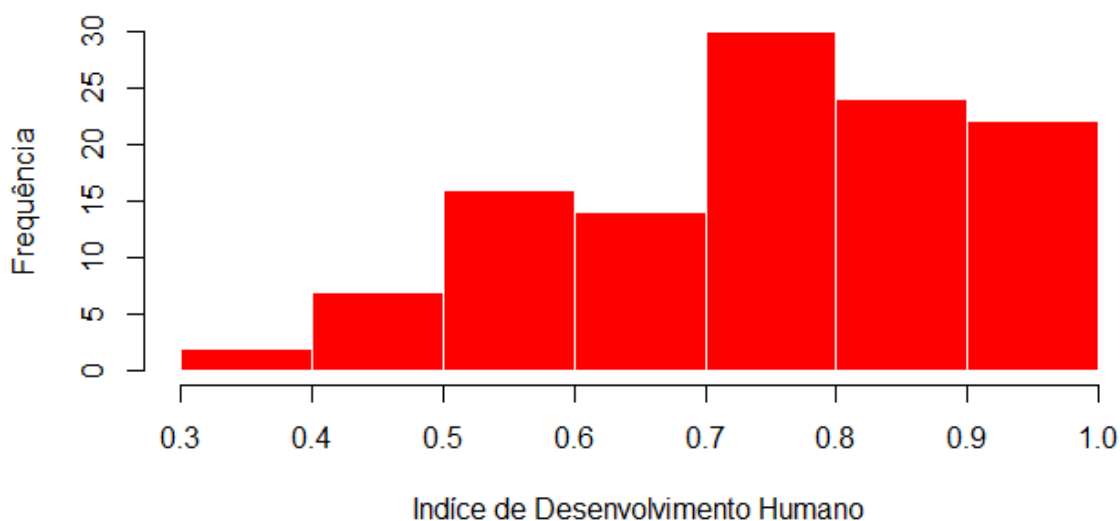
9. Elaboração própria (2023) - Dados retirados do site Observatory of Economic Complexity

A análise do Gráfico 5, o histograma revela que 24,56% dos países, ou seja, 28 deles, possuem complexidade econômica inferior à -0,7339, ressaltando-se que, desses 28 países, 20 estão no continente africano, 5 na Ásia e 2 na América e 1 na Oceania. A presença de países com complexidade média (variando de -0,2820 até 0,8899) é a mais expressiva dos dados, representando 50,43% da frequência e contemplando 58 países. Nesta amostragem se encontra o Brasil, que tinha o ICE de 0,330 em 2021. Por fim, a frequência de países com complexidade econômica elevada, ou seja, superior à 1,2806 é de 28 países, sendo 18 europeus, 7 asiáticos e 3 americanos.

Dando continuidade à análise das frequências estatísticas, mas partindo para a variável do Índice de Desenvolvimento Humano, o Gráfico 6 apresenta o histograma desse conjunto de dados..

De acordo com as Technical notes: Calculating the human development indices (2020), as categorias do IDH são divididas em quatro quartis, sendo IDH muito alto (superior a 0,800), IDH elevado (entre 0,799 e 0,700), IDH médio (entre 0,699 e 0,550) e por fim, IDH baixo (inferior à 0,550).

Gráfico 6 – Histograma do Índice de Desenvolvimento Humano



10. Elaboração Própria (2023) - Dados retirados de: UNPD : Human Development Reports - Data Center (2021).

Dessa forma, a distribuição de frequências dos 115 países analisados se configurou da seguinte forma: 14,03% (16 países) possuem o IDH baixo, sendo 14 países africanos e 2 asiáticos (especificamente da região que se convencionou chamar de Oriente Médio). Na faixa de IDH médio constam 19 países, totalizando 16,66% do conjunto dos dados.

A faixa do IDH alto/muito alto são os dois quartis mais expressivos em termos de frequência. No que tange ao IDH alto, constam 29 países, aproximadamente $\frac{1}{4}$ da amostragem. Porém vale ressaltar que apesar do IDH alto, apenas um país possui o ICE elevado (a China), com IDH de 0,762 e ICE de 0,975. Por fim, a faixa do IDH muito alto representa aproximadamente 43,85% dos dados (50 países).

2.2 Estruturação do modelo de regressão linear.

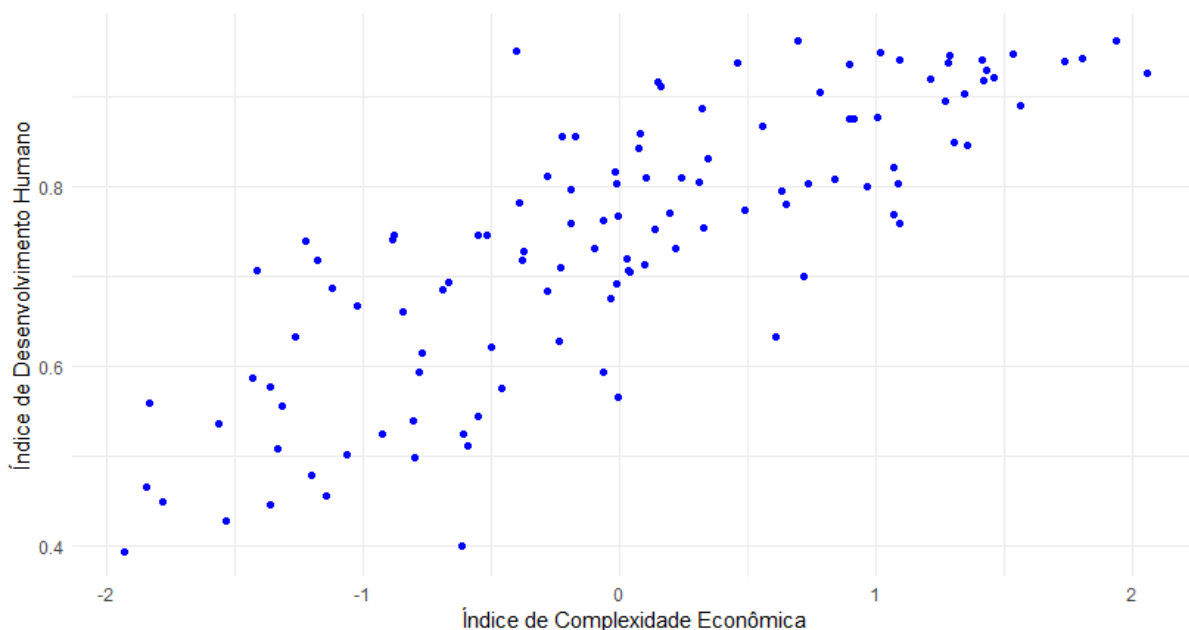
Com o objetivo de estabelecer os métodos econométricos utilizados para a determinação quantitativa da relação entre as variáveis específicas apresentadas na estruturação do IDH em relação ao Índice de Complexidade Econômica, o seguinte subcapítulo procura estabelecer um modelo de regressão linear com o objetivo de

demonstrar em que proporção o Índice de Complexidade Econômica, variável independente, influencia os níveis do IDH. Será utilizado principalmente o software R para tal estruturação teórica-estatística na formulação das relações, além dos testes de hipótese, coeficiente de determinação e verificação de heterocedasticidade dos erros do modelo.

A teoria, a princípio, determina a relação esperada do Índice de Complexidade Econômica variando positivamente com o IDH, ou seja, mantendo as demais variáveis constantes, quanto maior a complexidade econômica do país em questão, maior será seus indicadores de renda, educacionais e de expectativa de vida.

O gráfico 7 que apresentaremos na sequência demonstra a dispersão dos dados, com o Índice de Complexidade Econômica no eixo X e o IDH no eixo Y.

Gráfico 7 – Dispersão do IDH e ICE



11. Elaboração própria (2023) - Dados retirados do site Observatory of Economic Complexity

A função de regressão que demonstra a relação do ICE com o IDH pode ser definida pela seguinte expressão matemática (em que u_i é a soma dos erros quadráticos de cada inferência):

$$idh = \beta_1 + \beta_2 ice + u_i \quad (9)$$

O método estatístico empregado para calcular as estimativas do modelo é o de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), seguida da estruturação dos testes de hipótese, a partir dos quais a estimativa é obtida através da solução do problema de minimização da soma dos quadrados e a soma dos quadrados dos resíduos.

[...] O que é conhecido como teoria clássica da inferência estatística consiste em dois ramos: a estimação e o teste de hipóteses. Utilizando o método dos MQO, conseguimos estimar os parâmetros β_1 , β_2 e u_i . Sob as hipóteses do modelo clássico de regressão linear, demonstramos que os estimadores desses parâmetros, β_1 , β_2 e u_2 , satisfazem várias propriedades estatísticas desejáveis, como a de não viés, variância mínima etc. (GUJARATI *et al*, 2008, p. 118)

A Tabela 4 apresenta as estatísticas descritivas do modelo de regressão linear a partir da utilização da função `lm()` no software R.

Tabela 4 – Estatísticas Descritivas do Modelo de Regressão Linear

	Valor Estimado	Erro padrão	Valor t	Valor p
Intercepto	0,738102	0,008228	89,71	0
ICE	0,127263	0,008555	14,88	0

12. Fonte: Elaboração própria no software R a partir dos dados retidos do UNPD : Human Development Reports - Data Center (2021) e do Observatório de Complexidade Económica.

A princípio, utilizamos o pressuposto teórico de que o intercepto β_1 do modelo representa o IDH quando a complexidade econômica for 0 (relembrando que a complexidade econômica desse conjunto de dados varia de -1,93 a 2,06, sendo o 0 um valor mais próximo da média do que dos mínimos e máximos). Sobre o coeficiente β_2 , de acordo com os resultados obtidos, pode-se afirmar que, mantendo as demais variáveis constantes, a cada incremento positivo de 1 ponto na complexidade econômica, o IDH varia 0,127 no seu índice.

As estimativas por MQO podem ser sintetizadas pela função:

$$idh = 0,738102 + 0,127263ice \quad (10)$$

Antes da estruturação dos testes de hipótese, vale destacar a conceituação pelo autor. A esse respeito, Gujarati et al (2008, p. 133) destaca:

[...] O problema do teste estatístico de hipóteses pode ser resumido da seguinte maneira: determinada observação ou resultado é ou não compatível com alguma hipótese feita? A palavra “compatível” aqui significa “suficientemente próxima” do valor pressuposto, de modo que não rejeitamos a hipótese feita... Na linguagem da estatística, a hipótese estabelecida é denominada hipótese nula e é denotada pelo símbolo H_0 . A hipótese nula é, em geral, testada contra uma hipótese alternativa (também conhecida como hipótese mantida), denotada por H_1 , que pode afirmar, por exemplo, que o verdadeiro β_2 é diferente da unidade.

Para ilustrar a utilização prática, Gujarati traduz o significado prático dos testes de hipótese da seguinte forma:

[...] Em estatística, quando rejeitamos a hipótese nula, dizemos que nossos resultados foram estatisticamente significativos. Por outro lado, quando não rejeitamos a hipótese nula, dizemos que nossos resultados não são estatisticamente significativos. (GUJARATI *et al*, 2008, pg 135).

Sobre a significância individual dos coeficientes do modelo, é importante ressaltar que se a hipótese nula de $\beta = 0$ não for rejeitada, não se pode afirmar que a complexidade econômica afeta o IDH.

Os testes de hipótese para estabelecer a significância estatística são definidos pelas seguintes expressões.

$$H_0: \hat{\beta} = 0 \quad (11)$$

$$H_a: \hat{\beta} \neq 0 \quad (12)$$

Para realização do teste, podemos utilizar o teste de significância individual dos coeficientes (ou também conhecido como teste t).

Dado que H_0 representa a hipótese nula em que os estimadores são iguais a 0 e H_a a hipótese alternativa, calculamos o valor t para o intercepto e para o coeficiente, além do valor t crítico. Se os valores individuais de t forem superiores ao t crítico, rejeita-se a hipótese nula e assume a significância individual dos coeficientes do modelo.

O teste t pode ser estruturado a partir da seguinte equação:

$$t = \frac{\hat{\beta}_2 - \beta_2}{ep(\hat{\beta}_2)} = \frac{\text{Estimador} - \text{Parâmetro}}{\text{Erro padrão estimado do estimador}} \quad (13)$$

$$t_{\beta_1} = \frac{0,738102 - 0}{0,008228} = 89,71 \quad (14)$$

$$t_{\beta_2} = \frac{0,127263 - 0}{0,008555} = 14,88 \quad (15)$$

Estimados os valores da estatística t para o intercepto e o parâmetros β_2 , o valor de t crítico pode ser calculado a partir da função qt() no R. Seu valor estimado (utilizando um grau de confiabilidade de 95% e 112 graus de liberdade) é 1,981372, dessa maneira, como os valores da estatística t são superiores ao t crítico, descarta-se a hipótese nula, confirmando a significância estatística do modelo. O valor p de 0 também corrobora para a confirmação da significância.

O Coeficiente de Determinação R^2 é uma medida da “qualidade do ajustamento” da linha de regressão em relação aos dados plotados. Esse parâmetro mede exatamente esse ajustamento dos coeficientes calculados em relação à variável dependente. De forma resumida, o R^2 é uma medida resumida que quantifica o ajuste entre a linha de regressão e os dados coletados.

[...] O valor de R^2 assim definido é conhecido como coeficiente de determinação (amostral) e é o indicador mais usado para medir a qualidade do ajustamento de uma linha de regressão. Em palavras, R^2 mede a proporção ou percentual da variação total de Y explicada pelo modelo de regressão. (GUJARATI *et al*, 2008, p. 97).

Sua relação matemática pode ser estabelecida como uma relação entre a Soma dos Quadrados Explicados¹⁵ pela Soma dos Quadrados Totais.

$$r^2 = \frac{\sum(\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum(Y_i - \bar{Y}_i)^2} = \frac{SQE}{SQT} \quad (16)$$

$$r^2 = \frac{1,72198}{2,6012} = 0,66 \quad (17)$$

Os valores das somas dos quadrados foram obtidos utilizando a função `anova()` no R, função esta que também fornece alguns dados a respeito da variância do modelo, além de valores do teste de significância geral de modelos econométricos¹⁶, o teste F.

Utilizando os resultados das estatísticas descritivas do modelo e utilizando a função `summary()` para os dados coletados, o modelo apresentado é capaz de explicar cerca de 65,9% da variação do índice de complexidade econômica, considerando as variáveis que o IDH agrega. Os outros 34,1% são explicados por outras variáveis não incluídas no modelo, representadas pelo termo de erro do modelo.

2.3 Verificação de possível heterocedasticidade.

O próximo passo para uma estruturação robusta do modelo de regressão busca concentrar a análise na detecção e avaliação de uma questão fundamental que pode impactar a validade das estimativas amostrais anteriores: a heterocedasticidade¹⁷.

A heterocedasticidade avalia se a variabilidade dos erros do modelo é consistente ou se há padrões de variabilidade não uniformes em relação às variáveis independentes. A presença de heterocedasticidade pode comprometer

¹⁵ SQT, SQE e SQR são conceitos fundamentais na análise de variância (ANOVA) e na análise de regressão, que ajudam a decompor a variação total nos dados para entender como essa variação se relaciona ao modelo estatístico e aos erros. Vale ressaltar que, $SQT = SQE + SQR$, ou seja, a soma dos quadrados totais é igual a soma dos quadrados explicados e dos quadrados dos resíduos.

¹⁶ O teste F apresenta a hipótese nula de os coeficientes da regressão são iguais a 0, ou uma hipótese alternativa de que nem todos esses coeficientes são iguais a zero. Ele também pode ser interpretado como o teste de significância geral do modelo.

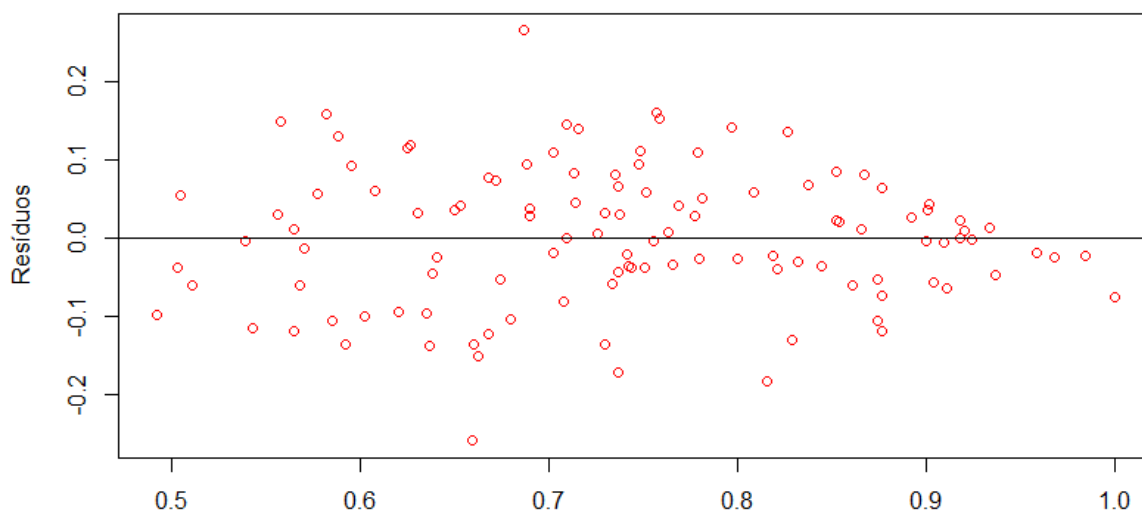
¹⁷ Uma das hipóteses de MQO é de que os modelos contêm homocedasticidade, ou seja, que as observações dos erros de Y sejam distribuídas de forma semelhante ao longo da reta de regressão.

a validade estatística de nossos resultados e influenciar as inferências. Portanto, a realização de testes específicos é essencial para identificar se essa não uniformidade na variabilidade está presente no modelo analisado.

Utilizando um exemplo que relacione um aumento na poupança condicionado por um aumento na renda, para fins explicativos podemos observar que, à medida que a renda aumenta, as poupanças também aumentam, porém, a variância das poupanças permanece a mesma em todos os níveis de renda, embora ela aumente conforme a renda, determinando uma relação homocedástica dos erros da regressão. Por outro lado, caso famílias com rendas mais altas poupem, em média, mais do que as famílias com rendas baixas, verifica-se que o termo de erro possui variabilidade maior ao longo da regressão, portando, caracterizam-se por ser heterocedásticos (GUJARATI *et al*, 2008, p. 370-371).

O primeiro passo para visualização da possível heterocedasticidade do modelo que relaciona IDH com Complexidade Econômica é a visualização gráfica dos erros e a verificação se os valores dos erros estão dispersos em relação à média (a variância dos erros demonstra-se como fator central na análise da heterocedasticidade). O gráfico 8 apresenta esses termos e, conforme podemos visualizar, os erros se distribuem em torno da média com duas dispersões mais expressivas e longes de zero, ou seja, que contém erros mais expressivos do que o resto dos dados.

Gráfico 8 – Dispersão dos Resíduos x Valores esperados do IDH



13. Elaboração Própria (2023) - Dados retirados de: UNPD : Human Development Reports - Data Center (2021) e do Observatório de Complexidade Econômica.

Outra possibilidade de verificação de heterocedasticidade do modelo é utilizando o teste Goldfeld-Quandt. Este se aplica quando se supõe que a variância heterocedástica se relaciona positivamente com uma das variáveis independentes do modelo de regressão (GUJARATI, 2008, p. 386)

Para realização do teste, devemos respeitar os seguintes pressupostos (GUJARATI, 2008, p. 387):

1. Ordenar as observações de acordo com os valores de x_i
2. Omitir c observações centrais. Nesse caso, serão omitidas 67 observações, para utilizarmos as 24 que possuem o maior IDH e as 24 que possuem o menor IDH, exacerbando as diferenças.
3. Estimar as duas regressões por MQO separadamente, para cada um dos grupos de dados.
4. Calcular a razão entre a soma dos quadrados dos resíduos dividida pelos seus respectivos graus de liberdade de cada equação (representada pela equação a seguir).

$$\text{lambda} = \frac{\text{SQR}_2/\text{gl}}{\text{SQR}_1/\text{gl}} \quad (18)$$

As hipóteses do teste podem ser descritas da seguinte forma:

$$H_0 = \text{Há homocedasticidade nos erros} \quad (17)$$

$$H_a = \text{A variância é maior que 1 (portanto, heterocedástica)} \quad (18)$$

A função `gqtest()` no R proporciona o resultado de lambda , utilizando-a obtemos o valor de 3,2418 com um valor p de 0,003966, reiterando a conclusão de que podemos rejeitar a hipótese nula (visto o valor da estatística é superior ao valor crítico) e aferimos a heterocedasticidade dos erros do modelo.

Para corrigir essa característica dos dados, será necessário utilizar uma correção de Newey-West.

[...] Esse é uma extensão dos erros-padrão consistentes para heterocedasticidade que discutimos no capítulo anterior. Os erros padrão

corrigidos são conhecidos como erros padrão consistentes para heterocedasticidade e autocorrelação (CHA), ou simplesmente erros padrão de Newey- West. Não apresentamos os cálculos matemáticos envolvidos no procedimento de Newey-West, porque são muito complexos. (GUJARATI *et al*, 2008, p.448)

Objetivamente, o teste (quando utilizado para grandes amostras) produz erros padrões corrigidos de heterocedasticidade. Utilizando as funções `coefest()` com `vcov=NeweyWest`, obteremos os coeficientes robustos para heterocedasticidade, que se assemelham ao modelo original, porém vale ressaltar as principais mudanças:

O valor estimado do intercepto e de β_2 não tem variação significativa, porém os erros padrões (estimativa que se relaciona com os resíduos produzidos por cada inferência) variam de, respectivamente ao IDH e o ICE, 0,008228 e 0,008555 no modelo sem a aplicação da correção de Newey-West, para 0,0082412 e 0,0057747 no modelo robusto. O valor t também sofreu uma variação, mas o modelo ainda consta significativo, visto que os valores t de 89,56 e 22,038 para o IDH e o ICE, respectivamente, ainda superam o valor p de 0.

Dessa forma, podemos concluir que, estatisticamente, de acordo com os dados coletados, é factível afirmar que o IDH sofre influência da complexidade econômica.

Capítulo 3 - Evidência empírica da relação dos indicadores do IDH com a Complexidade Econômica

Dada a evidência estatística de correlação positiva entre a complexidade econômica e os indicadores de desenvolvimento humano, demonstra-se necessária a visualização mais aprofundada de como essa medida de desenvolvimento da capacidade produtiva tem seus impactos nos aspectos específicos do IDH (renda, expectativa de vida e educação). Mesmo que os métodos econométricos utilizados foram capazes de explicar apenas de maneira quantitativa a influência do ICE sobre o IDH, a importância desse indicador na realidade econômica das nações se demonstra em aumentos na qualidade de vida, investimentos massivos em educação, refletindo acúmulos de conhecimento (como citado nos capítulos anteriores) como um fator central no desenvolvimento de produtos de maior valor agregado para, no fim, demonstrar influências na renda e desigualdade, já que fato que esses fatores servem como retroalimentação da complexidade econômica.

3.1 Impactos da complexidade econômica nas variáveis do desenvolvimento humano.

A priori, a variável que mais salta aos olhos por demonstrar correlação com a complexidade econômica são as que tangenciam os aspectos educacionais das sociedades, haja visto que os setores produtivos mais intensivos em complexidade demandam cada vez mais a presença de conhecimento no seu processo econômico.

O desenvolvimento econômico é acúmulo de capital humano traduzido na capacidade da sociedade em produzir bens e serviços complexos, gerando monopólios, lucros excedentes e altos salários, unindo renda com o conhecimento educacional (RONCAGLIA, et al 2020 p. 97)

Conforme foi observado, a complexidade econômica não é a variável central capaz de definir o desenvolvimento humano e social em sua plenitude, mas sua relação é visível, e nesse capítulo será apresentado as evidências empíricas de políticas e ações nos países em que, conforme foi observado aumento na complexidade, demonstrou-se correlação positiva com o aumento dos indicadores de desenvolvimento social e humano.

A princípio, o capital humano¹⁸ demonstra-se como um fator de relevância para a contribuição no crescimento da complexidade econômica. Quando maior os níveis de educação dos trabalhadores, suas capacidades e possibilidades nos campos da fronteira tecnológica, inovação e produção de bens sofisticados serão mais assertivas e formarão um ambiente produtivo mais propício para o aumento da produção de bens de maior valor e conhecimento agregado.

[...] Para Ferrarini e Scaramozzino (2016), a complexidade econômica exige uma melhor educação pois influencia o desenvolvimento de novas competências e a formação de capital humano. Uma economia que caminha para o crescimento e modernização exige políticas públicas que proporcionem condições para maior inovação, competitividade e diversificação econômica. Mustafa, Rizov e Kernohan (2017) apontam que as economias asiáticas avançadas como o Japão, a República da Coreia e Taiwan apresentaram um rápido desenvolvimento humano, trazendo-as para níveis semelhantes aos dos países de industrialização avançada. (FERRAZ, et al 2022, pg. 61).

Ainda sobre o cenário de que economias mais complexas mantêm níveis educacionais mais elevados (proporcionalmente a economias menos complexas),

¹⁸ O conceito de capital humano pode ser interpretado como um conjunto de habilidades, conhecimentos, experiências e competências que as pessoas adquirem por meio da educação, de treinamentos e do trabalho.

destaca-se a necessidade de investimentos massivos em novas tecnologias, tanto por um prisma de competitividade das indústrias em um cenário de comércio internacional, quanto no que tange à busca por novos mercados. Esses fatores têm papel central na sobrevivência das empresas nacionais.

[...] Sistemas produtivos mais simples baseados em agropecuária, commodities e indústrias low tech demandam menos educação. São setores que demandam, mas não produzem tecnologia. Para países com boa complexidade produtiva, por outro lado, a educação é fundamental para avançar rumo ao topo da escada tecnológica. A educação é muito importante para indústrias médium e high tech e serviços sofisticados. Em países com produção focada em commodities e produtos low tech, a educação é bem menos importante, mas tem obviamente um papel civilizatório fundamental. Em sociedades complexas o desafio é outro. A educação tem que poder acompanhar as mudanças rápidas das tecnologias mundiais e tem que haver altos investimentos em ciência e pesquisa (ver Mehta e Jesus, 2014). A Europa com seus altos salários, por exemplo, não tem mais como sustentar uma sociedade com empregos fabris de baixa qualidade; pesquisa em ciência e desenvolvimento científico é a única opção de sobrevivência. (RONCAGLIA, et al 2020, pg.101).

Por outro lado, Khan (2019, pg. 42-52) destaca que, na ausência de empresas com potencial de empregar essa massa de trabalhadores qualificados por potenciais investimentos maciços em educação, poder-se-ia ocasionar um grande número de trabalhadores extremamente qualificados, porém que não encontram oportunidades no mercado de trabalho, o que corrobora o fato de que incremento nos índices educacionais por si só não garantem completamente o desenvolvimento, sendo necessário o acompanhamento de estruturas produtivas que absorvam esses trabalhadores.

[...] Sem a criação de uma demanda e de oportunidades, a expansão a longo prazo das capacidades humanas pode ser minada pela falta de emprego, resultando em emigração e queda da competitividade econômica (HARTMANN et al, 2014, pg. 55).

A relação entre o desenvolvimento e o tecido produtivo, no que tangencia os processos educacionais para Amsden (2001), pode ser interpretado como uma transformação de ativos. Primeiro passando de ativos criados por uma mão de obra não especializada e extrativista, convergindo para ativos com conhecimento e mão de

obra especializadas, ou seja, a transformação de produtos básicos em complexos. Essa convergência exige capital humano e físico para satisfazer as necessidades de extração, manufatura, agricultura e comércio, caracterizando o que a autora classificou como “o coração do crescimento econômico moderno”.

Ainda a respeito da educação, ela se correlaciona com os aumentos na renda, dado o fato de que, observados os países desenvolvidos e de rápido crescimento, é aparente que estes investem de forma incisiva em P&D resultando na obtenção de produtos mais complexos. A preferência de produtos complexos a matérias primas e bens básicos pode ser identificado como causa do aumento da competitividade e dos ganhos (ERKAN, 2015).

A opção por políticas públicas que afetem os indicadores educacionais também se demonstra importante para afetar variáveis de crescimento econômico, mas também as explicitadas nesse estudo, como renda, educação e bem-estar. Ferraz (2022) discorre a respeito de como Singapura se tornou um país de renda alta e com um excelente ambiente para negócios (reiterando que, em 2021, o país era o sexto com maior complexidade, com o índice de 1,74).

[...] Singapura se industrializou rapidamente durante os anos de 1960 (Banco Mundial, 2018) com o setor de manufatura guiando o crescimento econômico. Por exemplo, Singapura cresceu 3,2% em 2018, sendo este concentrado em produtos manufaturados de valor agregado como eletrônicos, produtos de engenharia de precisão, informática, indústrias de comunicação, finanças e seguros (IMF, 2017). Além do mais, o governo aplicou fortes investimentos públicos em educação e políticas de capital humano (Gopinathan, 2007), logo, de acordo com o Índice de Capital Humano do Banco Mundial (2018), é o melhor país do mundo para o desenvolvimento de capital humano. (FERRAZ et al, 2022, pg. 62).

A respeito da renda, o primeiro fator de relevância é de que a correlação dela com a complexidade econômica apresenta ganhos positivos na distribuição da renda.

[...] Dado a importância do conhecimento em sociedades complexas, estudos recentes argumentam que a complexidade pode levar os países ao Desenvolvimento Humano. Hartmann et al. (2017) encontraram uma forte correlação entre complexidade econômica, desigualdade de rendimentos, educação e crescimento do PIB. Os países mais complexos apresentaram

maior crescimento do PIB e da média de anos e melhor distribuição de renda.
(FERRAZ et al, 2018, pg. 842)

Gala (2018) disserta sobre os papéis centrais da manufatura e sofisticação produtiva no processo de crescimento econômico, procurando explicar a convergência e divergência entre países pobres e ricos a partir de métodos econométricos. Os resultados dos modelos apresentaram que, quanto maior a complexidade da pauta exportadora dos países em desenvolvimento, maior é a convergência de renda que ela pode causar.

Os resultados da pesquisa mostraram que um processo dinâmico de industrialização é uma condição necessária para o incremento do emprego, produtividade e da renda per capita, para, conseqüentemente, apresentar redução nos níveis de pobreza. De acordo com essa abordagem, o processo de desenvolvimento econômico envolve mudanças na produção, de setores de baixa produtividade para setores de alta produtividade, onde há incremento de retornos de escala crescentes¹⁹. (GALA, 2008, pg. 234).

A perspectiva que Hausmann (2013, pg. 27-29) tem a respeito da relação entre complexidade econômica e renda traz uma perspectiva mais ampla para o debate.

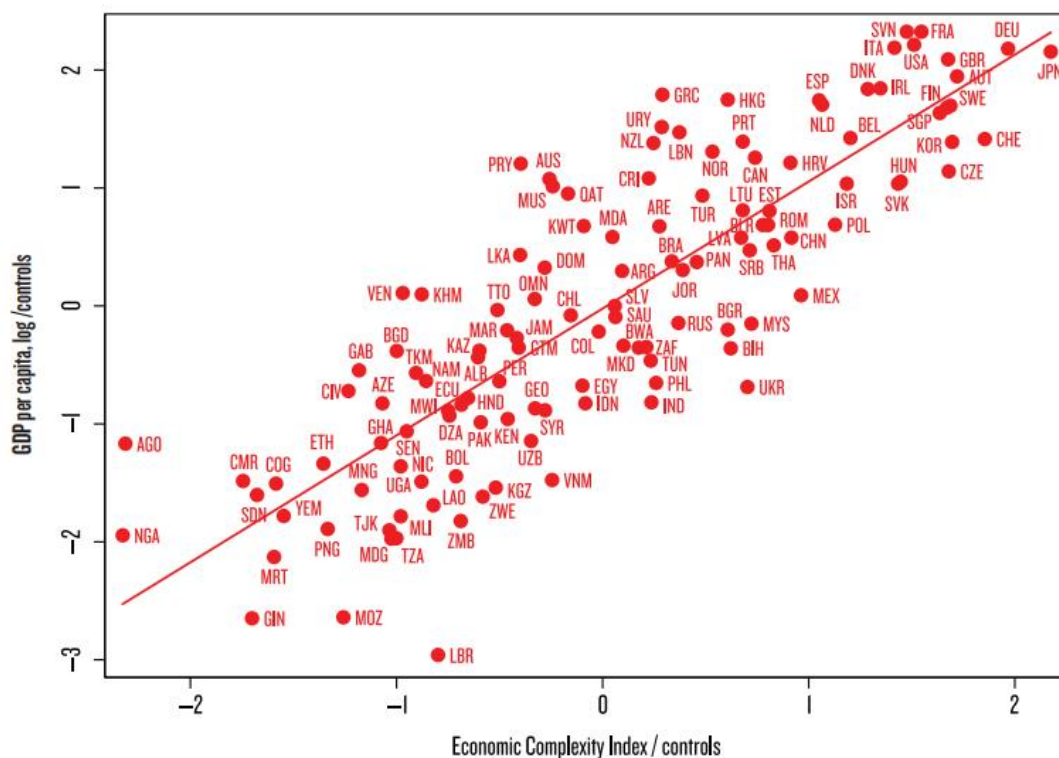
[...] A complexidade econômica reflete o montante de conhecimento que está integrada a estrutura produtiva da economia. Dessa forma, não é coincidência que há uma forte correlação entre nossas mensurações de complexidade econômica e renda per capita que os países são capazes de gerar.
(HAUSMANN, 2013, pg.27).

O autor utilizou duas regressões lineares para ilustrar essa relação, utilizando a dispersão de 128 países com as duas variáveis (ice e renda per capita). Nesse primeiro gráfico, os países foram separados de acordo com sua intensidade em exportação de recursos naturais.

O gráfico 9 apresenta a relação entre a complexidade econômica e a renda per capita depois de se considerar os rendimentos por recursos naturais. Hausmann destaca que, quanto maior a complexidade, maior serão os níveis de renda.

¹⁹ Situação econômica na qual aumento nos insumos resulta em aumentos proporcionalmente maiores na produção, demonstrando uma situação de eficiência das operações.

Gráfico 9 – Dispersão e regressão da Complexidade Econômica e renda per capita



14. Fonte: Atlas of Economical Complexity (Acesso em 2023)

[...] A complexidade econômica, portanto, está relacionada aos níveis de prosperidade dos países. Como tal, é apenas uma correlação de coisas que nós nos importamos. A relação de complexidade e renda vai mais fundo que isso. Para ver isso, note que a relação é firme, mas não perfeita. Como havia dito anteriormente, o ICE explica 78% da variação, não 100%. (HAUSMANN, 2011, p. 27).

Na continuidade da argumentação, Hausmann disserta que os termos de erros da regressão podem explicar mais a respeito dessa relação entre renda e complexidade econômica.

[...] Alguns países estão acima da linha e outros abaixo, essas lacunas são apenas um erro teórico ou eles contêm informações sobre o que acontece nos países? Peguemos, por exemplo, o caso da Índia. Ao que se sabe, esperaríamos que a Índia fosse mais rica. Talvez ela devesse ser mais rica. Se fosse assim, o rápido crescimento indiano seria causado pelo fato de que o país já possui o conhecimento para ser rico do que ele é, por fim, movendo-se para “onde ele pertence” na linha de regressão. Em contraste, há o caso da Grécia. Nossa abordagem diria que a Grécia é muito rica para o pouco conhecimento que tem. Bom, talvez a Grécia não sustente seu recente nível de renda, que foi sustentada artificialmente através de empréstimos que se mostraram insustentáveis: o país está agora movendo-se rapidamente para onde “ele pertence”, mas no caso grego, na direção contrária à Índia. (HAUSMANN et al, 2011, p. 27).

Uma relação mais aprofundada das duas variáveis é de que países com econômica mais complexa do que se espera (dado seu nível de renda), tendem a um crescimento mais acelerado do que aqueles que são mais ricos do que se esperado, dado sua complexidade econômica. (HAUSMANN et al, 2011).

[...] Nesse sentido, a complexidade não é apenas um sintoma ou expressão de prosperidade, é um piloto. (HAUSMANN, 2011, pg. 27).

Hausmann et al (2011) finaliza a dissertar sobre essa relação reiterando a habilidade do índice de complexidade econômica para prever o crescimento econômico. Essa característica sugere que os países, em média, tendem a caminhar para níveis de renda que sejam compatíveis com o nível de conhecimento geral da produção. Caso isso não ocorra (como o autor exemplificou nos casos gregos e indianos, o “ajustamento” do crescimento em relação ao nível de complexidade ou renda vai acelerar ou diminuir.

Por fim, se faz notável como o aspecto da complexidade econômica afeta diversas camadas da vida humana, não se limitando a um ou outro aspecto do cotidiano econômico, mas sim de se sobrepujar e atingir esferas sociais e de bem-

estar. Essa influência e relação se destacam tanto de forma empírica quanto analítica está (mesmo que de forma não determinante) correlacionada com o desenvolvimento social e econômico, nos seus mais diversos indicadores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em função deste trabalho, podemos afirmar que há uma relação entre essa complexidade que foi discutida e uma melhora nos padrões de vida das pessoas, expresso pelo Índice de Desenvolvimento Humano. Teoricamente e estatisticamente podemos visualizar esse efeito, além do fato de como o Brasil se portou diante dessas variáveis.

Também busco contribuir ainda que de forma modesta para a importância de pensarmos como as estruturas produtivas se configuram nos países e como os diversos fatores que influenciam as sociedades na busca incessante do desenvolvimento, do crescimento, da prosperidade social, do desenvolvimento humano, e da justiça social estão correlacionados com essas estruturas produtivas propriamente ditas.

Em minha concepção, a formação do economista carrega impreterivelmente uma função social, e, junto ao manejo rigoroso de dados e métodos estatísticos, podemos visualizar o mundo e estabelecer hipóteses a respeito da natureza material e tangível da realidade complexa que vivemos. Renda, educação e bem-estar são ideias imperativas ao nosso cotidiano, que interferem e sofrem interferência das nossas ações e que ajudam a compreender se as nossas decisões como coletividade têm aferidos resultados positivos ou negativos para tais.

Apesar da dedicação que esta monografia me exigiu, ela é apenas algo introdutório para esse debate. Uma maior precisão na inferência estatística demandaria compreender melhor e buscar dados mais robustos, que juntos consolidam o índice de complexidade econômica. Um exemplo pode ser a busca de dados mais específicos da estrutura produtiva e das políticas de exportação dos

países. Também vale ressaltar que o IDH sofreu alterações no decorrer do tempo e há outras bases de dados que abrangem mais informações que podem contribuir para o melhor entendimento do desenvolvimento humano (como os IDH's ajustados para desigualdade, índice de desenvolvimento ajustado com a desigualdade de gênero etc.), o que, porém, não tira o valor do trabalho que foi feito nesta monografia.

Por fim, ressalto o vasto acúmulo de conhecimento que o empenho na monografia me proporcionou, ainda que exigisse o entendimento prévio de história econômica, econometria e estatística. Foi uma experiência riquíssima na continuidade de construção de conhecimento.

REFERÊNCIAS

AMSDEN, A.H. (1992). **Asian's next giant, South Korea and late industrialization**. Oxford Scholarship Online. Doi:10.1093/0195076036.001.0001

BERGSMAN, J. **Brazil. Industrialization and Trade Policies**. Oxford: Oxford University Press, 1970.

CANO, Wilson. **Brasil - construção e desconstrução do desenvolvimento**. 2017. 26 v. - Curso de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ecos/a/JZyZWYyqzS5Tm7n5NR8kQhH/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 15 abr. 2023.

Erkan, B. and Yildirimci, E. (2015). **Economic Complexity and Export Competitiveness: The Case of Turkey**. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 195: 524 – 533.

FERRAZ, Diogo *et al.* **Economic complexity and human development: comparing standard and slack-based data envelopment analysis models**. *Cepal Review, Brasil*, v. 137, n. 1, p. 57-80, ago. 2022. Disponível em: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUK-4vKCj8KCAxV7rZUCHQdIDU4QFnoECA0QAQ&url=https%3A%2F%2Frepositorio.cepal.org%2Fbitstream%2Fhandle%2F11362%2F48585%2F1%2FRVI137_Ferraz.pdf&usg=AOvVaw2jZqGr3T98Fi4AlZqmm2OM&opi=89978449. Acesso em: 10 out. 2023.

FERRAZ, Diogo *et al.* **Economic Complexity and Human Development: dea performance measurement in asia and latin america**. *Gestão & Produção*, [S.L.], v.

25, n. 4, p. 839-853, 7 jun. 2018. FapUNIFESP (SciELO).
<http://dx.doi.org/10.1590/0104-530x3925-18>. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/gp/a/DkMg5r9TC4cjc3jFJCbHJFc/?format=pdf&lang=en>.
Acesso em: 11 nov. 2023.

GALA, Paulo. **Complexidade Econômica**: uma nova perspectiva para entender a antiga questão da riqueza das nações. São Paulo: Contraponto, 2017.

GIMENEZ, Denis Maracci *et al.* **Industrialização nacional e o protagonismo do Estado em dois tempos**. 2020. 36 f.- Curso de Economia, Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2020. Disponível em:
<https://www.eco.unicamp.br/images/arquivos/artigos/TD/TD373.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2023.

GUJARATI, DAMODAR *et al.* **Econometria Básica**. 5. ed. Nova Iorque: The McGraw-Hill Companies, Inc, 2008.

HARTMANN, Dominik. **Economic Complexity and Human Development: How Economic Diversification and Social Networks Affect Human Agency and Welfare (Routledge Studies in Development Economics)**. Santa Catarina: Routledge, 2014.

HAUSMANN, R.; HIDALGO, C.A *et al* (2011) **The Atlas of Economic Complexity: Mapping Paths to Prosperity**. Boston: Harvard University Press

KHAN, M. H. (2019). **Knowledge, skills and organizational capabilities for structural transformation**. Structural Change and Economic Dynamics, Elsevier, v. 48.

RONCAGLIA, ANDRE *et al.* **Brasil, uma economia que não aprende**: novas perspectivas para entender nosso fracasso. São Paulo: André Roncaglia e Paulo Gala, 2020.

UNDP (ed.). **Technical notes**: calculating the human development indices - graphical presentation. New York, US: Undp, 2020. Disponível em: <https://hdr.undp.org/system/files/documents/technical-notes-calculating-human-development-indices.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2023.

VERSIANI, R.; FLAVIO; SUZIGAN, Wilson. **O PROCESSO BRASILEIRO DE INDUSTRIALIZAÇÃO: UMA VISÃO GERAL**. 1990. 32 f. - Curso de Economia, Universidade de Brasília, Brasília, 1990. Disponível em: <https://www.angelfire.com/id/SergioDaSilva/industrializacao.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2023.

ZHANG, Liping; SCHIMANSKI, Silvana. Cadeias Globais de Valor e os Países em Desenvolvimento. **Boletim de Economia e Política Internacional**: BEPI, Brasília, v. 4, n. 18, p. 74-92, dez. 2014. Quadrimestral. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5322/1/BEPI_n18_Cadeias.pdf. Acesso em: 19 jun. 2023.

