

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA

**A COMPLEXIDADE ECONÔMICA AGRÍCOLA
BRASILEIRA: EVOLUÇÃO E PRINCIPAIS
DETERMINANTES NO PERÍODO 1998-2018**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

DANIELA CRISTINA DE MELO CARMO CARVALHO

BRASÍLIA-DF

2022

DANIELA CRISTINA DE MELO CARMO CARVALHO

**A COMPLEXIDADE ECONÔMICA AGRÍCOLA
BRASILEIRA: EVOLUÇÃO E PRINCIPAIS
DETERMINANTES NO PERÍODO 1998-2018**

Dissertação apresentada ao Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas e Desenvolvimento, área de concentração em Economia, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Roberto Amitrano

BRASÍLIA-DF

2022

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA

Carvalho, Daniela Cristina de Melo Carmo
C331c A complexidade econômica agrícola brasileira : evolução e principais
determinantes no período 1998-2018 / Daniela Cristina de Melo Carmo Carvalho. – Brasília :
IPEA, 2022.

82 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Programa
de Pós-Graduação em Políticas Públicas e Desenvolvimento, área de concentração
em Economia, 2022

Orientação: Cláudio Roberto Amitrano

Inclui Bibliografia.

1. Economia Agrícola. 2. Desenvolvimento Agrícola. 3. Inovações
Agrícolas. 4. Agricultura. 5. Brasil I. Amitrano, Cláudio Roberto. II. Instituto
de Pesquisa Econômica Aplicada. III. Título.

CDD 338.1981

Ficha catalográfica elaborada por Andréa de Mello Sampaio CRB-1/1650

DANIELA CRISTINA DE MELO CARMO CARVALHO

**A COMPLEXIDADE ECONÔMICA AGRÍCOLA
BRASILEIRA: EVOLUÇÃO E PRINCIPAIS
DETERMINANTES NO PERÍODO 1998-2018**

Dissertação apresentada ao Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas e Desenvolvimento, área de concentração em Economia, para a obtenção do título de Mestre.

Defendida em 16 de maio de 2022.

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Aristides Monteiro Neto – IPEA

Prof. Dr. Mauro Oddo Nogueira – IPEA

Prof. Dr. Raphael Gouvêa – IPEA

Prof. Dr. Cláudio Roberto Amitrano – IPEA

BRASÍLIA-DF

2022

Dedico este trabalho a minha família – Luiz, Elis e Maria Fernanda. Agradeço imensamente por todo incentivo, pelo companheirismo no decorrer dessa trajetória e, acima de tudo, pelo seu amor.

AGRADECIMENTOS

A realização desta dissertação não teria seguido o mesmo curso sem todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para o seu desenvolvimento. A todos, minha sincera gratidão.

Agradeço, em especial:

Ao Professor Doutor Cláudio Roberto Amitrano, que aceitou orientar a minha dissertação de mestrado, revelando-se sempre disponível. Todos os seus conselhos foram, sem dúvida, determinantes para a concretização deste trabalho.

Ao Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e aos professores do Mestrado Profissional em Políticas Públicas e Desenvolvimento, pelos relevantes aprendizados.

Ao Professor Doutor Lívio William Reis de Carvalho, pelas críticas, sugestões e constante motivação que sempre me transmitiu.

Lista de Símbolos e Abreviaturas

Ater – Assistência Técnica e Extensão Rural

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento

ECI – Índice de Complexidade Econômica (*Economic Complexity Index*)

Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

HS – Sistema harmonizado (*harmonized system*)

ICA – Índice de Complexidade Agrícola

OEC – Observatório da Complexidade Econômica (*The Observatory of Economic Complexity*)

PAEG – Plano de Ação Econômica do Governo

PCI – Índice de Complexidade do Produto (*Product Complexity Index*)

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento

PD&I – Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

PGPM – Política de Preços Mínimos

PTF – Produtividade Total dos Fatores

RCA – Vantagem Comparativa Revelada (*Revealed Comparative Advantage*)

SNCR – Sistema Nacional de Crédito Rural

Lista de Figuras

Figura 1 – Importações agrícolas do Brasil em 1998	26
Figura 2 – Importações agrícolas do Brasil em 2018	26
Figura 3 – <i>Product Space</i> brasileiro no ano de 1998.....	34
Figura 4 – <i>Product Space</i> brasileiro no ano de 2018.....	34
Figura 5 – Indicadores da complexidade econômica.....	36
Figura 6 – Estrutura de exportações do Brasil em 1998.....	38
Figura 7 – Estrutura de exportações do Brasil em 2018.....	38
Figura 8 – Evolução da Complexidade Econômica no Brasil entre 2000 e 2019	39
Figura 9 – Índice de Complexidade do Produtos (PCI) das exportações brasileiras em 2019.	41
Figura 10 – Exportações agrícolas do Brasil em 1998	48
Figura 11 – Exportações agrícolas do Brasil em 2018	48
Figura 12 – Produtos de origem animal exportados pelo Brasil em 1998.....	60
Figura 13 – Produtos de origem animal exportados pelo Brasil em 2018.....	60

Figura 14 – Produtos de origem vegetal exportados pelo Brasil em 1998	61
Figura 15 – Produtos de origem vegetal exportados pelo Brasil em 2018	62
Figura 16 – Gorduras e óleos animais ou vegetais, produtos do seu desdobramento, gorduras comestíveis fabricadas e ceras animais ou vegetais exportados pelo Brasil em 1998	63
Figura 17 – Gorduras e óleos animais ou vegetais, produtos do seu desdobramento, gorduras comestíveis fabricadas e ceras animais ou vegetais exportados pelo Brasil em 2018	63
Figura 18 – Produtos alimentícios exportados pelo Brasil em 1998	64
Figura 19 – Produtos alimentícios exportados pelo Brasil em 2018	65

Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Evolução da área plantada no Brasil no período de 1998 a 2018.....	17
Gráfico 2 – Evolução da população rural empregada no Brasil entre 1985 e 2015	19
Gráfico 3 – Evolução da produção agrícola no Brasil no período de 1998 a 2018	20
Gráfico 4 – Área plantada e produção agrícola total do Brasil de 1998 a 2018.....	21
Gráfico 5 – Índice de Produtividade Total dos Fatores (PTF) do produto e do insumo da agricultura brasileira de 1975 a 2015	22
Gráfico 6 – Evolução do volume de exportações agrícolas brasileiras entre 1998 e 2018	24
Gráfico 7 – Exportações totais e exportações agrícolas no Brasil entre 1998 e 2018.....	24
Gráfico 8 – Evolução das importações agrícolas no Brasil em 1998 e 2018	25
Gráfico 9 – Evolução do crédito rural no Brasil (valores constantes para 2016).....	29
Gráfico 10 – <i>Ranking</i> de complexidade de produtos do agronegócio mundial (2016)	45
Gráfico 11 – Evolução do volume de exportações agrícolas brasileiras por grupo de produtos em US\$ (1998-2018)	49
Gráfico 12 – Evolução do Índice de Complexidade dos Produtos (PCI) agrícolas (1998-2018).....	51
Gráfico 13 – Evolução do PCI - Carne suína (1998 - 2018)	52
Gráfico 14 – Evolução do PCI – Carnes comestíveis e miudezas de aves domésticas (frango) – (1998 - 2018)	53
Gráfico 15 – Evolução do PCI - Café (1998 - 2018).....	54

Gráfico 16 – Evolução do PCI - Grãos de soja (1998 - 2018)	54
Gráfico 17 – Evolução do PCI – Óleo de soja (1998 - 2018).....	55
Gráfico 18 – Evolução do PCI – Açúcar sólido de cana ou beterraba e sacarose quimicamente e pura (1998 - 2018)	56
Gráfico 19 – Evolução do Índice de Complexidade do Produto por grupos de produtos da agricultura (1998-2018).....	57
Gráfico 20 – Evolução da participação percentual por grupos de produtos da agricultura (peso) no total de recursos exportados pelo Brasil (1998-2018).....	58
Gráfico 21 – Evolução do Índice de Complexidade da Agricultura Brasileira (ICA) (1998-2018).....	71

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Variação absoluta do ICA por decomposição dos fatores e contribuição percentual para a variação absoluta (2008-1998).....	72
Tabela 2 – Variação absoluta do ICA por decomposição dos fatores e contribuição percentual para a variação absoluta (2018-2008).....	73

Resumo:

O crescimento do setor agropecuário brasileiro foi impulsionado principalmente pelos ganhos em produtividade, sendo a tecnologia e a ciência os fatores de maior influência. Partindo dessa perspectiva, este trabalho examinou o desenvolvimento da complexidade econômica na agricultura brasileira e os fatores que determinaram sua evolução no período de 1998 a 2018. Adotaram-se as definições teóricas e ferramentas de análise consolidadas no Atlas da Complexidade Econômica proposto em Hausmann *et al.* (2011) para desenvolver o Índice de Complexidade Agrícola (ICA), tendo como objetivo geral a tentativa de elucidar quais vertentes exercem maior influência dentro do setor agrícola no Brasil.

Palavras-chave: Complexidade Econômica. Desenvolvimento Agrícola. Índice de Complexidade Agrícola.

Abstract:

The growth of the Brazilian agriculture sector was mainly driven by gains in productivity, with technology and science being the most influential factors. From this perspective, this work intends to examine how the economic complexity evolved in Brazilian agriculture and what factors determined this evolution in the period from 1998 to 2018. The theoretical definitions and analysis tools consolidated in the Atlas Economic Complexity proposed by Hausmann *et al.* (2011) were adopted to develop the Agribusiness Complexity Index (ICA), with the general objective of trying to elucidate which aspects exert the greatest influence within the agriculture sector in Brazil.

Keywords: Economic Complexity. Agricultural development. Agriculture Complexity Index.

SUMÁRIO

Lista de Símbolos e Abreviaturas	vii
Lista de Figuras	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Tabelas.....	ix
Resumo.....	x
Abstract	x
1 Introdução	11
2 Desenvolvimento agrícola no Brasil.....	16
2.1 Caracterizando o setor agrícola entre 1998 e 2018.....	16
2.1.1 Área cultivada.....	16
2.1.2 Emprego	17
2.1.3 Produção agrícola	19
2.1.4 Produtividade.....	21
2.1.5 Exportação	23
2.1.6 Importação	25
2.2 Políticas agrícolas que influenciaram o desenvolvimento da agricultura brasileira.....	26
2.2.1 Desenvolvimento agrícola baseado em pesquisa.....	27
2.2.2 Crédito rural.....	28
2.2.3 Extensão rural	30
3 Complexidade econômica e a agricultura brasileira	32
3.1 O que é complexidade econômica	32
3.1.1 A complexidade e a sofisticação produtiva	35

3.1.2 A complexidade produtiva.....	40
3.1.3 Limitações da metodologia e implicações para o desenvolvimento econômico ...	41
3.1.3.1 Limitações da metodologia.....	41
3.1.3.2 Implicações para o desenvolvimento econômico	42
3.2 Estudos contemporâneos sobre complexidade econômica agrícola	44
3.3 Complexidade econômica agrícola no Brasil	48
3.3.1 Os quatro grandes grupos de produtos da agricultura	56
3.3.1.1 Grupo 1 – Produtos de origem animal.....	59
3.3.1.2 Grupo 2 – Produtos de origem vegetal	60
3.3.1.3 Grupo 3 – Gorduras e óleos animais ou vegetais, produtos do seu desdobramento, gorduras comestíveis fabricadas e ceras animais ou vegetais	62
3.3.1.4 Grupo 4 – Alimentos processados	64
4 Índice da Complexidade Agrícola e os resultados para o Brasil.....	66
4.1 O Índice da Complexidade Agrícola Brasileira (ICA)	66
4.1.1 Decomposições do ICA e seus efeitos.....	66
4.1.2 Decomposição em dois efeitos: efeito interno e efeito estrutural.....	68
4.2 Resultados do ICA para o Brasil	70
4.2.1 Resultados da Complexidade Econômica da Agricultura Brasileira – decomposição da variação absoluta.....	71
5 Considerações finais	74
Referências Bibliográficas	76
Apêndice	80
Anexos.....	81
ANEXO A – Metodologia para o cálculo do Índice da Complexidade Econômica (ECI)	81
ANEXO B – Metodologia para o cálculo do Índice da Complexidade do Produto (PCI).....	82

1 Introdução

O processo de desenvolvimento econômico está associado ao aumento da produtividade no trabalho. À medida que se especializam, pessoas, empresas e setores produtivos criam vantagens competitivas que os beneficiam, no sentido de proporcionar maior interação, ampliando, assim, a capacidade produtiva de todos os agentes envolvidos no processo.

O caminho para o desenvolvimento econômico e o aumento de produtividade de uma nação passam pela transformação estrutural, em um processo de produzir bens com maior valor adicionado, sofisticados, tecnológica e mercadologicamente, implicando maior agregação *per capita* (Bresser-Pereira, 2014).

Após a Segunda Guerra Mundial, o desenvolvimento se tornou o grande objetivo de todas as nações. Essa busca incessante de todos os países por progresso econômico e tecnológico acarretou uma divisão global entre países desenvolvidos (ou industriais) e países pobres (ou primário-exportadores), estabelecendo um panorama dual que compreende a indústria e o setor agrícola.

Nesse cenário, a indústria permite maior divisão do trabalho tanto pelas características intrínsecas da produção como pela existência de retornos crescentes de escala, efeitos de encadeamentos para frente e para trás nas cadeias produtivas dos outros subsetores e em seu próprio subsetor (Gala, 2020). Todos esses feitos são inquestionáveis; contudo, não é objetivo deste estudo contestar a importância do papel da indústria como motor para o desenvolvimento de um país ou mesmo comparar o setor industrial com o setor agrícola.

De acordo com Vieira Filho (2017, p. 95), “[...] embora o setor agropecuário seja distinto do industrial, ambos são parte de um importante processo mais amplo de manufatura, que engloba atividades do segmento fornecedor ao de distribuição, inclusive o sistema de pesquisa, ciência e tecnologia”.

A agricultura, por si só, é um setor dinâmico com uma importante contribuição para o desenvolvimento de um país. O setor agrícola é fornecedor de insumos e mão de obra para os setores industrial e de serviços, assim como é fonte de demanda para ambos. Em uma economia aberta, o setor agrícola contribui por meio de suas receitas provenientes de exportações agrícolas (Szirmai, 2015).

Esta dissertação tem como propósito analisar de que maneira evoluiu a complexidade econômica no setor agrícola brasileiro nos anos de 1998 a 2018 e se limitará a discutir as vertentes ligadas a esse setor.

O conceito de agricultura pode ser entendido como a convergência entre agricultura, pecuária, pesca, silvicultura e exploração florestal, estando todas essas atividades centradas no âmbito da propriedade rural. O conceito de agronegócio surgiu em Davis e Goldberg (1957)¹. O termo tem como objetivo dar amplitude ao conceito de agricultura, definindo o conjunto de empresas que produzem insumos agrícolas, as propriedades rurais, as empresas de processamento e toda a distribuição. O termo também engloba toda a cadeia produtiva: antes da porteira, dentro da porteira e depois da porteira da propriedade rural², bem como todas as suas relações jurídicas representativas de variáveis macroambientais³.

Neste estudo, será utilizado o termo agricultura como referência a todas as atividades que envolvem a agricultura e o agronegócio, uma vez que o referencial teórico utilizado neste estudo se dá com fundamento no Atlas da Complexidade Econômica, que define como agrícolas todos os produtos ligados ao setor.

A escolha do setor agrícola para a realização da pesquisa não é acidental e justifica-se por sua importância para os âmbitos mundial e nacional, pelo montante de área plantada e de investimentos direcionados ao setor e pelo ambiente favorável para o desenvolvimento da produção brasileira. Além disso, a escolha também está ligada ao fato de a agricultura representar um terço de tudo o que o país exporta.

Há uma percepção coletiva de que a produção agrícola brasileira é abundante, eficiente e possui vantagem competitiva na oferta de um conjunto de produtos agrícolas sofisticados. Essa crença se dá por influência do expressivo crescimento do agronegócio no país.

A análise da produção agrícola nos últimos anos demonstra ganhos de produtividade e eficiência com o aumento do percentual de *commodities*⁴ exportadas ano a ano⁵. Contudo, o desenvolvimento econômico – ou desenvolvimento da agricultura – exige a

¹ Em 1957, na *School of Business Administration*, da Universidade de Harvard, Jonh R. Davis e Ray A. Goldberg definiram um novo reagrupamento, o agronegócio, publicado no livro *A Concept of Agribusiness*.

² A produção agrícola denominada de antes da porteira abrange todo o fornecimento de insumos agrícolas, máquinas, equipamentos e serviços especializados. A chamada produção dentro da porteira compreende preparo, manejo de solos, tratamentos culturais, irrigação, colheita e criação de animais. E, finalmente, a produção depois da porteira inclui transporte e armazenagem, industrialização para os casos de produtos agrícolas processados, distribuição e comercialização.

³ Variáveis macroambientais englobam as seguintes variáveis: política/legal, econômica, socioambiental e tecnológica.

⁴ Produto homogêneo e não diferenciado.

⁵ Dado extraído de Hausmann *et al.* (2011).

diversidade produtiva e não apenas aumento na produção. Para ampliação do desenvolvimento agrícola, é preciso deslocar setores de atividades com baixa produtividade na agricultura tradicional para setores com maior produtividade agrícola por meio de investimento, mudança tecnológica e inovações de processo com foco na melhoria da eficiência produtiva.

A escolha dos períodos entre 1998 e 2018 para análise da evolução da complexidade econômica se justifica por 2018 ser o ano com dados mais recentes no período em que foram iniciadas as pesquisas para esta dissertação. Já a escolha de 1998 como ano inicial da análise se deu pelo fato de o período de 21 anos ser significativo para compor o banco de dados para esse estudo.

A cesta de exportações agrícolas nacionais⁶ entre os anos de 1998 e 2018 é concentrada em um conjunto reduzido de produtos de baixa complexidade econômica provenientes do agronegócio. Tais produtos têm, como principal atributo de competitividade, o baixo custo de produção das vendas.

Essa dinâmica brasileira vai de encontro às tendências de consumo observadas em países de alta renda, que sofisticaram seus hábitos de consumo, incluindo na cesta básica, por exemplo, alimentos funcionais processados que exigem altos níveis de investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e conhecimento tácito (*know-how* no cérebro das pessoas) para serem produzidos (Feix, *et al.*, 2019; Amitrano, 2021).

A complexidade econômica, campo de estudo do desenvolvimento econômico, é uma metodologia moderna que tem contribuído com a mensuração do conhecimento produtivo contido em uma economia por meio da análise da estrutura de exportação dos países, medindo indiretamente a sofisticação tecnológica do tecido produtivo.

O Atlas da Complexidade Econômica de Cesar Hidalgo, do MIT Media Lab⁷, e Ricardo Hausmann, da *Kennedy School of Government* da Universidade de Harvard⁸, é o principal trabalho desenvolvido sobre o tema da complexidade⁹. Apresenta um relevante banco de dados econômicos – *big data* – sobre o comércio mundial, com o perfil econômico de 133 países e o potencial de desenvolvimento dessas nações, analisando a composição, o conhecimento produtivo e a sofisticação tecnológica dos produtos produzidos. Hidalgo e

⁶ Disponível em:

<https://atlas.cid.harvard.edu/explore?country=32&product=undefined&year=2018&productClass=HS&target=Product&partner=undefined&startYear=undefined>. Acesso em: 15 jul. 2021.

⁷ Disponível em: <https://oec.world/>.

⁸ Disponível em: <https://atlas.cid.harvard.edu/>.

⁹ Os dados da complexidade econômica estão disponíveis tanto no Atlas da Complexidade Econômica como no *The Observatory of Economic Complexity* (OEC), site para visualização de dados do comércio internacional. Por essa razão, serão utilizadas as duas bases de dados.

Hausmann (2009) desenvolveram um indicador denominado Índice de Complexidade Econômica (ECI)¹⁰, expressão quantitativa para mensuração da complexidade econômica de um determinado país. O ECI é calculado com base na diversidade e ubiquidade dos produtos produzidos e exportados por um determinado país em relação à pauta de exportações dos outros países.

Outro índice apresentado no Atlas da Complexidade é o Índice de Complexidade do Produto (PCI)¹¹. “O PCI captura a quantidade e a sofisticação do *know-how* necessário para produzir um produto” (Hausmann, 2011).

Para analisar a evolução da complexidade dos produtos da agricultura do Brasil entre 1998 e 2018, foi desenvolvido, na presente pesquisa, o Índice de Complexidade Agrícola (ICA). Esse índice é composto pelo Índice de Complexidade do Produto (PCI), já calculado no Atlas de Complexidade Econômica, e pelo Peso (Pw)¹² que esses produtos agrícolas representam no total de *commodities* exportados, resultando em um índice único para a agricultura brasileira.

A partir da média ponderada resultante do ICA, será realizada a decomposição desse índice em dois efeitos – interno e estrutural – de forma agregada, com o intuito de identificar os fatores que mais contribuíram para a evolução da agricultura no Brasil.

Com a reflexão realizada em torno da evolução da complexidade econômica agrícola no Brasil, pretende-se trazer contribuições ao estudo do desenvolvimento econômico do país respondendo aos seguintes questionamentos, que também serão objeto desta dissertação: (i) Como evoluiu a complexidade econômica na agricultura brasileira e (ii) Quais foram os fatores que mais contribuíram para essa evolução.

Para responder às reflexões apontadas, o conteúdo foi abordado em cinco capítulos, incluídas esta introdução e as considerações finais. O Capítulo 2, Desenvolvimento econômico agrícola no Brasil, tem como principal objetivo apresentar ao leitor, de forma sintética, uma caracterização do setor e as políticas agrícolas que influenciaram a evolução e o crescimento econômico agrícola no período entre 1998 e 2018. O Capítulo 3, Complexidade econômica e a agricultura brasileira, traz uma revisão bibliográfica em que são apresentados a teoria da complexidade econômica e os principais conceitos vistos pela ótica da complexidade, com a intenção de contextualizar toda a discussão posterior. O capítulo também traz uma seção com

¹⁰ *Economic Complexity Index.*

¹¹ *Product Complexity Index.*

¹² *Product Weight.*

os gargalos da metodologia da complexidade e as principais contribuições da metodologia para a teoria do desenvolvimento econômico. A seção Complexidade econômica agrícola no Brasil apresenta a evolução da complexidade econômica no Brasil. O Capítulo 4 tem o propósito de mostrar como a metodologia aplicada na dissertação foi pensada para o desenvolvimento do Índice de Complexidade da Agricultura no Brasil e também o modelo de decomposição aplicado aos principais determinantes da complexidade da agricultura brasileira. Finalmente, a seção o Resultados do ICA para Brasil traz os resultados encontrados para a agricultura nacional de forma agregada.

2 Desenvolvimento agrícola no Brasil

A agricultura brasileira na primeira metade do século XX se caracterizava como uma agricultura familiar de subsistência, trabalho manual e uma população rural com pouco ou nenhum uso de aparatos tecnológicos agrícolas.

A partir da década de 1950, o governo brasileiro adotou uma política de industrialização forçada, restando à agricultura um papel secundário. Com o processo de aceleração da urbanização, o objetivo das políticas agrícolas nacionais foi produzir comida barata para a crescente população urbana, além de aumentar e diversificar as exportações de produtos de origem agropecuária (Alves *et al.*, 2008). Nesse contexto, pode-se afirmar que a industrialização forçou o desenvolvimento da agricultura.

A partir dos anos 1970, assistiu-se a uma evolução nesse cenário, com o aumento substancial na produção de alimentos no país, ajudando a melhorar a segurança alimentar doméstica e a impulsionar as exportações de *commodities* brasileiras gradativamente ao longo dos cinquenta anos seguintes. A balança comercial brasileira atingiu recordes históricos de superávits comerciais, principalmente relacionados à contribuição da agricultura.

Para compreender como se deu a evolução da agricultura no país, o setor foi caracterizado nos quesitos: área cultivada, emprego, produção agrícola, produtividade, exportação e importação.

2.1 Caracterizando o setor agrícola entre 1998 e 2018

Esta seção tem o objetivo de estabelecer um pano de fundo para a análise da complexidade agrícola no Brasil. Assim, serão apresentados os dados mais representativos da trajetória recente da agricultura brasileira com foco nos anos entre 1998 e 2018.

2.1.1 Área cultivada¹³

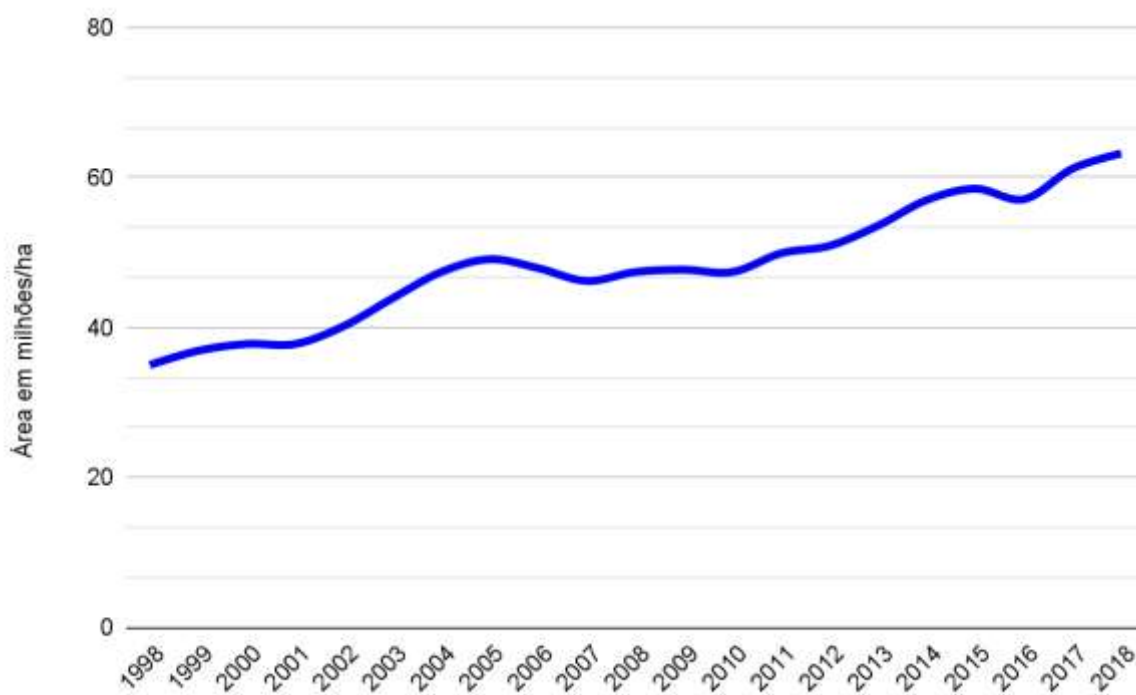
O fator de produção terra é essencial para o andamento da cadeia de produção agrícola. O Brasil é um país com dimensões continentais, o que o beneficia frente a outros países no quesito área quando se analisa a evolução agrícola.

A variação no volume de área plantada está condicionada a diversos fatores, como mudança de preços, alterações cambiais, volume de crédito agrícola ofertado, variações climáticas adversas e crises financeiras internacionais.

¹³ Área dispensada para a produção agrícola brasileira de lavouras. Não entraram nos cálculos áreas de exploração e plantio florestal e de reflorestamento.

Com base em dados divulgados pela Conab (2021), no período entre os anos de 1998 e 2018, a área plantada no Brasil teve um aumento percentual de 80,5%: em 1998, a área cultivada no Brasil era de 35 milhões de hectares e, em 2018, de 63,2 milhões de hectares, conforme ilustra o Gráfico 1, a seguir.

Gráfico 1 – Evolução da área plantada no Brasil no período de 1998 a 2018



Fonte: elaboração própria com base em Conab (2021)

De acordo com o Gráfico 1, a área cultivada no Brasil aumentou gradualmente de 1998 até 2006, quando essa expansão foi afetada principalmente pela crise financeira internacional. Entre 2006 e 2010, o volume de área plantada variou pouco, voltando a crescer em 2011 com a escalada do preço das *commodities*. Em 2016, houve uma redução de 1,4 milhões de hectares de área cultivada em decorrência da depreciação cambial do real e do crédito agrícola mais escasso.

O crescimento da área cultivada nessa série representou um aumento médio de 1,34 milhões de hectares/ano. Em 2018, o Brasil foi o quinto país do mundo com a maior extensão cultivada, 63,2 milhões de hectares, o que representa aproximadamente 7% do território nacional e 3,42% do total cultivado no planeta (Miranda, 2018).

2.1.2 Emprego

Com o crescimento da industrialização e aceleração da urbanização no Brasil, o meio rural passou por grandes mudanças, intensificando o processo de êxodo rural nas décadas

de 1970 e 1980. Com isso, o setor agrícola perdeu a importância na geração de postos de trabalho e na participação da renda quando comparado aos outros setores.

O custo do trabalho no campo cresceu com a migração rural-urbana, obrigando os agricultores a intensificar a produção e mecanizar as lavouras, devido à consequente redução do número de postos de trabalho. No entanto, a internalização dos conhecimentos, de novas tecnologias e a consequente transformação agrícola não aconteceram de forma homogênea pelos produtores rurais no país.

Ainda hoje, existe uma grande parcela de produtores rurais à margem de toda essa transformação. A precariedade na assimilação de novas tecnologias por esses produtores deve-se à dificuldade de absorção e utilização pelos agricultores dos novos conhecimentos devido à baixa capacidade de aprendizado e escolaridade associada à pouca assistência técnica, bem como por questões econômicas (Vieira Filho, 2017).

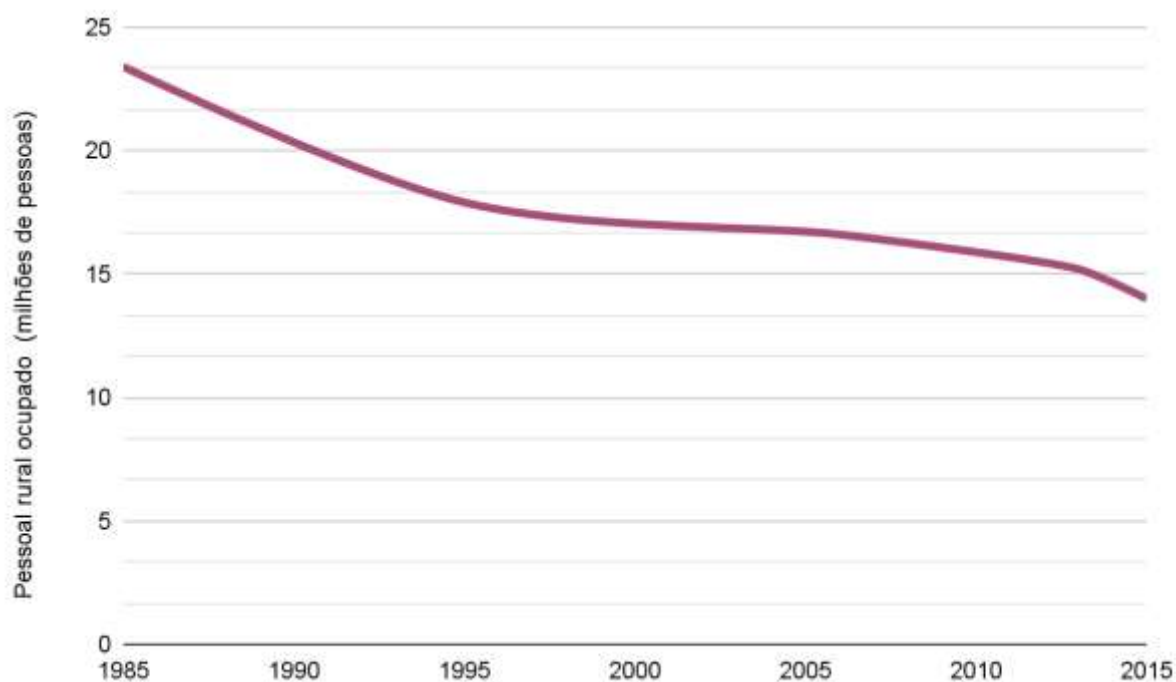
Os sistemas agrícolas tradicionais são necessários para garantir a segurança alimentar, contribuindo também com o manejo e práticas de técnicas agrícolas sustentáveis. Segundo dados do IBGE (Censo Agropecuário, 2017), a maioria dos estabelecimentos agropecuários no Brasil são classificados como de agricultura familiar – 3.897.408 dos 5.073.324 estabelecimentos agropecuários do país –, o que corresponde a 76,8% do total de estabelecimentos, e ocupam o equivalente a 23% da área agrícola total. Segundo o mesmo censo, a produção da agricultura familiar gerou receita de 106,5 bilhões de reais (23% do total), enquanto a geração de receita da agricultura não familiar foi de 355,9 bilhões de reais (77% do total).

O Brasil é um país continental e possui um mercado de trabalho rural complexo, com diferenças e desigualdades regionais e tipos de ocupação que vão desde o trabalho familiar extrativista a relações de trabalho assalariado. Existem discrepâncias também na distribuição, entre as regiões, das pessoas ocupadas no campo, na importância do emprego gerado pela agricultura em cada região, bem como em termos de desigualdade fundiária e produtiva.

Para a evolução do processo de modernização da agricultura brasileira e das atividades agroindustriais, se fez necessária a formação de profissionais rurais com conhecimentos sobre uma temática mais inovadora e moderna do setor.

No Gráfico 2, é demonstrada a evolução da quantidade de mão de obra rural empregada, sem distinção entre as características dos trabalhadores.

Gráfico 2 – Evolução da população rural empregada no Brasil entre 1985 e 2015



Fonte: elaboração própria com base em Tabulações especiais do Pnad (IBGE, 2016)¹⁴

O Gráfico 2 evidencia a tendência de diminuição da força de trabalho empregada no setor agrícola ao longo de todo o período representado. Entre os anos de 1985 e 2015, houve variação percentual de 40% na população rural empregada no país.

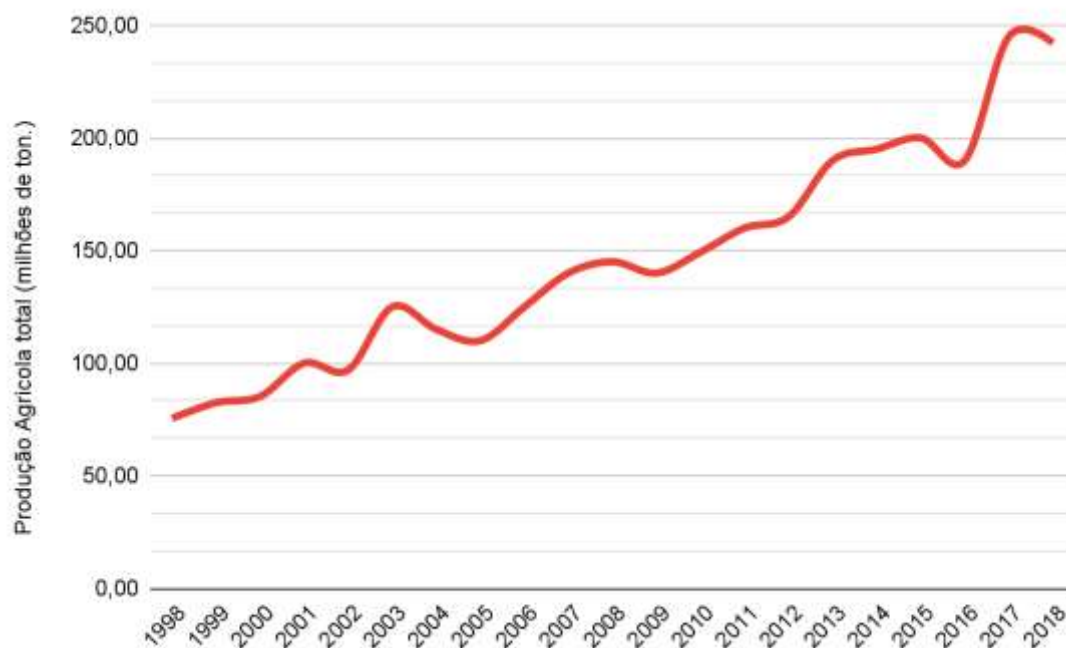
2.1.3 Produção agrícola

O setor agrícola tem sido reconhecido como um impulsionador do crescimento brasileiro. Para que haja crescimento da produção agrícola, fatores como expansão da área cultivada, aumento da produtividade com incorporação de tecnologia e preços dos produtos agrícolas são relevantes.

Conforme mostra o Gráfico 3, a seguir, no período entre 1998 e 2018, a produção agrícola no Brasil triplicou, passando de aproximadamente 74,9 milhões de toneladas produzidas na safra 1997/1998 para uma produção de 241,9 milhões de toneladas na safra de 2018/2019, um aumento de 167 milhões de toneladas. A média de crescimento anual foi de 7,9% sendo a produtividade o principal responsável.

¹⁴ Dados de Balsadi e Del Grossi (2018).

Gráfico 3 – Evolução da produção agrícola no Brasil no período de 1998 a 2018¹⁵



Fonte: elaboração própria com base em Conab (2021)

Ao longo do período analisado, ocorreram mudanças na composição dos produtos que influenciam, para mais ou para menos, o valor total da produção agrícola¹⁶. Tal situação é explicada pela incorporação tecnológica envolvida na produção de alguns produtos, o que gerou maior valor agregado até mesmo para produtos tradicionais.

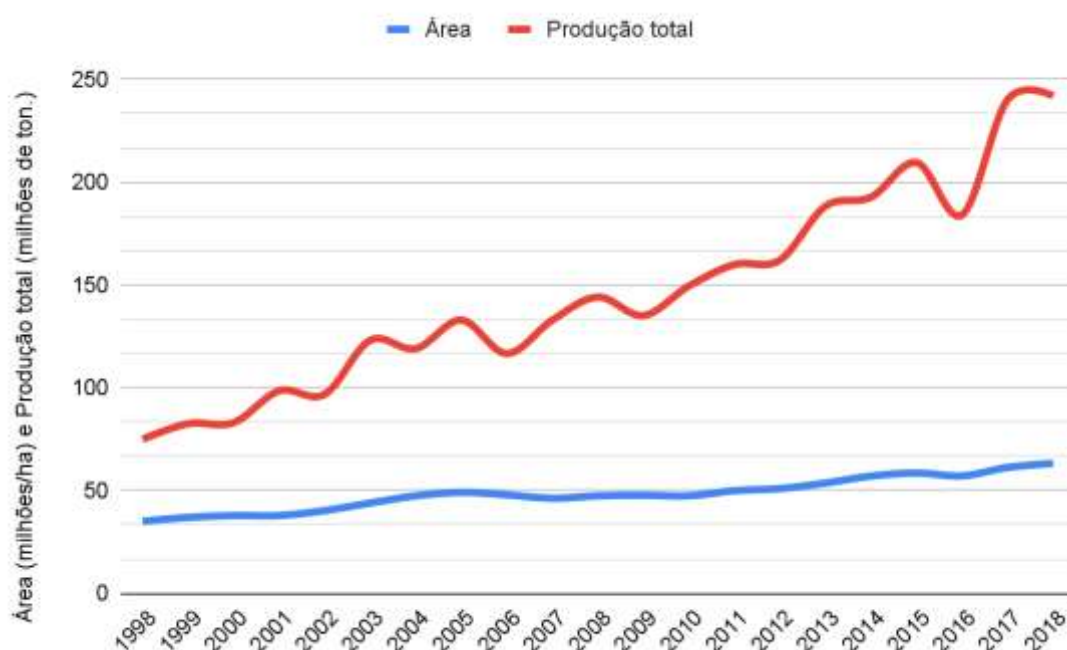
Apesar do progresso na produção, eventos como o clima adverso, além de mudanças econômicas, podem alterar a tendência de crescimento da safra nacional. O gráfico 3 mostra uma queda da produção agrícola em 2016. Essa redução ocorreu devido a problemas climáticos, reduzindo a safra de milho em 25,7%, a produção de cana de açúcar em 2,7%, e a safra de soja em 1,8%. Esses três produtos representam aproximadamente 60% da safra brasileira.

Conforme informações da Conab (2016), foi estimada a perda de 40 milhões de toneladas de grãos no período entre os anos de 1977 e 2015 devido a eventos climáticos, como secas no período de plantio e excesso de chuvas na colheita (Gasques *et al.*, 2016)

¹⁵ Os produtos agrícolas representados no Gráfico 3 referem-se a 15 produtos pesquisados mensalmente pela Conab: algodão-caroto, amendoim, arroz, aveia, canola, centeio, cevada, feijão, girassol, mamona, milho, soja, sorgo, trigo e triticale.

¹⁶ Produtos que perderam participação no valor da produção total: café, arroz, milho, carne bovina e suína. Produtos que ganharam participação no valor total da produção: frutas, cana-de-açúcar, soja, leite, ovos, carne de frango e laranja.

Gráfico 4 – Área plantada e produção agrícola total do Brasil de 1998 a 2018



Fonte: elaboração própria com base em Conab (2021)

No Gráfico 4, é proposta uma comparação entre a área plantada e a produção agrícola total, expondo o aumento da eficiência produtiva para o período de 1998 a 2018. Nessa comparação, observa-se uma redução da área média plantada quando comparada à evolução da produção agrícola total. Como explicitado anteriormente, a tendência de crescimento da produção agrícola ocorreu principalmente devido aos ganhos de produtividade.

2.1.4 Produtividade¹⁷

Conceitualmente, produtividade é a relação entre o produto agregado¹⁸ e os insumos usados na produção¹⁹ (Gasques *et al.*, 2016). Produzir mais em cada hectare de terra plantado contribui para o crescimento e desenvolvimento agrícola, sendo uma variável importante para identificar inovações no setor que se encontra mais eficiente. São vários os fatores que podem refletir na produtividade, como a tecnologia empregada, tipo e qualidade dos cultivos produzidos, técnicas de conservação do solo, além das condições climáticas.

A partir da década de 1970, houve um conjunto de políticas públicas assertivas que viabilizaram um crescimento extraordinário na produtividade de alimentos, posicionando o

¹⁷ O papel da produtividade para o desenvolvimento agrícola no Brasil será mais detalhado na seção 2.2: Políticas Agrícolas que influenciaram o desenvolvimento da agricultura brasileira.

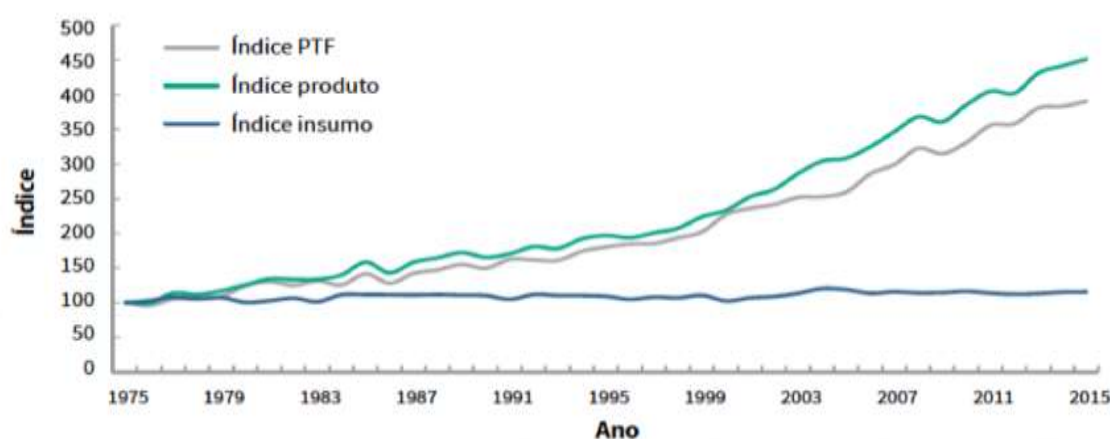
¹⁸ Soma de lavouras temporárias, lavouras permanentes, produção animal e pecuária.

¹⁹ Soma de terra, mão de obra e capital (máquinas agrícolas, defensivos e fertilizantes).

Brasil entre os mais competitivos do mundo. Segundo Fuglie (2012), entre os anos de 2009 a 2012, Brasil, Estados Unidos e China foram os países do mundo que apresentaram maior produtividade no setor agrícola. Esse desempenho é explicado por serem esses os países que investiram em pesquisa e adotaram políticas setoriais adequadas (Gasques *et al.*, 2018).

O Gráfico 5 mostra a evolução da produtividade agrícola no Brasil desde 1975. No período apresentado, o Índice de Produtividade Total dos Fatores (PTF)²⁰, definido como o resultado do índice do produto dividido pelo índice do insumo, cresceu a uma taxa anual média de 2,51%²¹. A maior taxa de crescimento do PTF foi na década de 2000, com crescimento anual de 3,87%.

Gráfico 5 – Índice de Produtividade Total dos Fatores (PTF) do produto e do insumo da agricultura brasileira de 1975 a 2015



Fonte: Gasques *et al.* (2018)

O crescimento da produção de um determinado bem envolve o crescimento da produtividade de cada fator e o peso do respectivo fator²². O crescimento da produtividade é o fator que mais tem contribuído para o desenvolvimento da agricultura brasileira. De acordo com o cálculo de Alves *et al.* (2012), a variação da produção agrícola pode ser decomposta da seguinte forma: 68% pela tecnologia, 23% pelo trabalho e 9% pela terra. Esses percentuais evidenciam a transformação e modernização da agricultura brasileira.

A geração e a adoção de tecnologias inovadoras foram fundamentais para salientar o elevado ganho de produtividade. Esse salto da produção deu-se principalmente pela utilização

²⁰ Aumento da quantidade de produto que não é explicada pelo aumento da quantidade de insumos, mas pelo ganho de produtividade destes, ou seja, o índice mede a relação entre produto total e insumo total.

²¹ Essa média corresponde a 61 produtos das lavouras, 6 produtos de origem animal, 3 tipos de carnes, incluído o cômputo dos insumos usados – terras de lavouras e de pastagens, mão-de-obra, máquinas agrícolas, defensivos e fertilizantes.

²² Numa economia com trabalho (L), capital (K) e terra (T), o crescimento da agricultura pelo lado da oferta é: $\Delta \square / \square = (\square / \square) \cdot \Delta \square / \square + (\square / \square) \cdot \Delta \square / \square + (\square / \square) \cdot \Delta \square / \square$.

de maquinários agrícolas mais modernos, introdução de novas espécies de sementes, novas técnicas de plantio e melhor utilização de insumos como nitrogênio, fósforo e potássio, com efeitos diretos sobre a produtividade.

2.1.5 Exportação

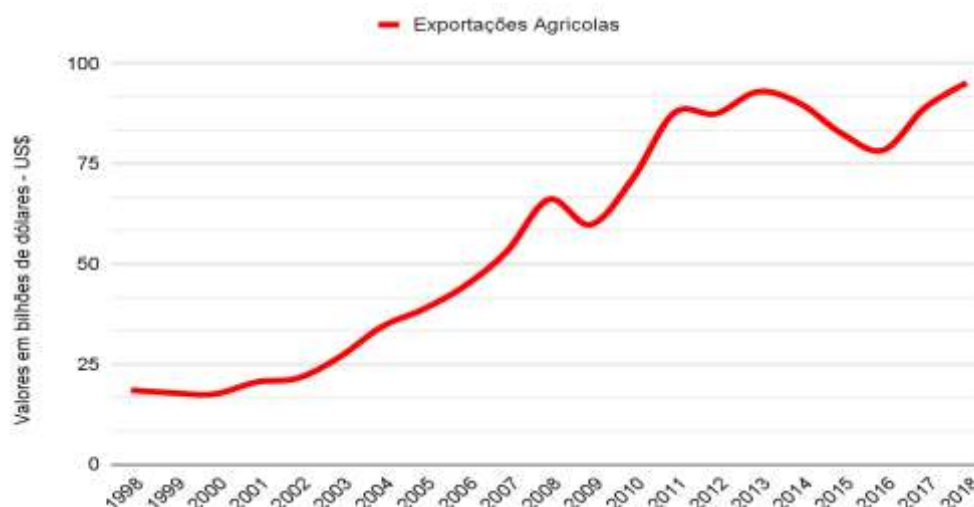
A trajetória da agricultura brasileira e o aumento da produtividade, aliados ao crescimento da produção a uma taxa maior do que a do crescimento da população brasileira, resultou em um excedente de produção, encaminhado ao mercado internacional (Alves *et al.*, 2008).

Embora a exportação esteja centralizada em um pequeno grupo de produtos, eles se mostram competitivos, dados os modernos sistemas de produção. A produção de excedentes cada vez maiores e o aumento da competitividade do setor agrícola no cenário internacional possibilitaram ao Brasil expandir sua produção para o mundo, mudando positivamente o cenário da balança comercial brasileira quando comparado aos demais setores da economia.

Conforme dados dos gráficos 6 e 7, entre os anos 1998 e 2018, as exportações agrícolas aumentaram US\$ 76,7 bilhões, passando de US\$ 18,5 bilhões/ano em 1998 para US\$ 95,2 bilhões/ano em 2018. Em 1998, as exportações agrícolas representavam 32,2% do total das exportações brasileiras. Em 2018, 36% das exportações nacionais eram de produtos do setor agrícola.

Como dito anteriormente, desde 1998 o valor total exportado em produtos agrícolas brasileiros, mensurado a uma taxa de câmbio real, evoluiu positivamente. Contudo, entre os anos de 2014 e 2016, o volume do valor das exportações decresceu em relação aos anos anteriores, conforme revela o Gráfico 6, a seguir.

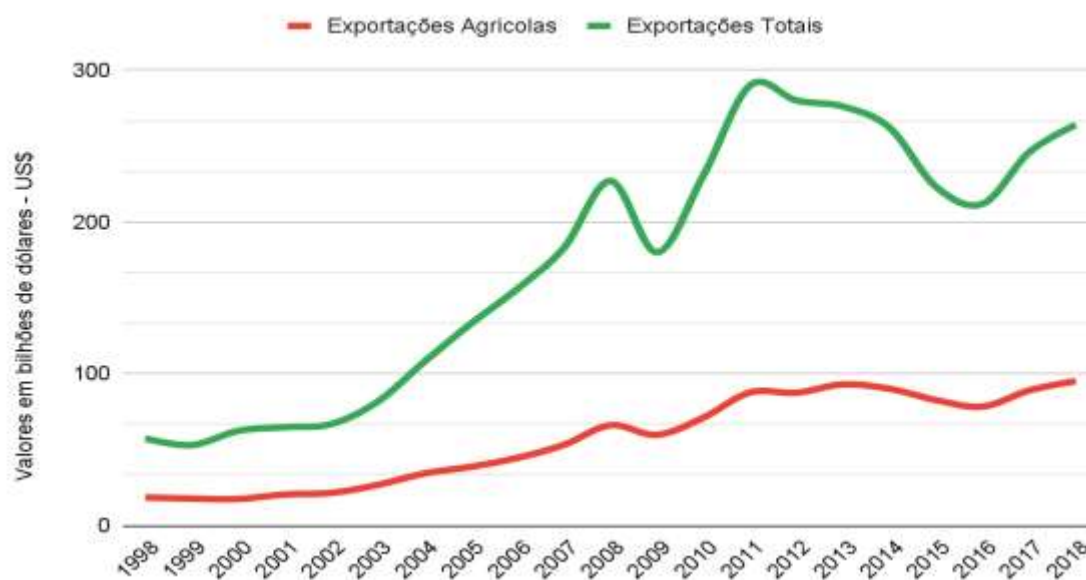
Gráfico 6 – Evolução do volume de exportações agrícolas brasileiras entre 1998 e 2018



Fonte: elaboração própria com base em The Atlas of Economic Complexity²³.

A redução das exportações agrícolas em volume de recursos entre os anos de 2014 e 2016 pode ser atribuída principalmente à queda nos preços das *commodities* internacionalmente e também à forte seca ocorrida em 2016, que afetou a produção de milho. A redução percentual no volume exportado nesse período foi de 4,4% em 2014, 9,4% em 2015 e 6,2% em 2016, acumulando um percentual de 20% nesses três anos.

Gráfico 7 – Exportações totais e exportações agrícolas no Brasil entre 1998 e 2018



Fonte: elaboração própria com base em The Atlas of Economic Complexity.

²³ THE GROWTH LAB AT HARVARD UNIVERSITY. **The Atlas of Economic Complexity**. [Atualizado em 2021]. Disponível em: <http://www.atlas.cid.harvard.edu>.

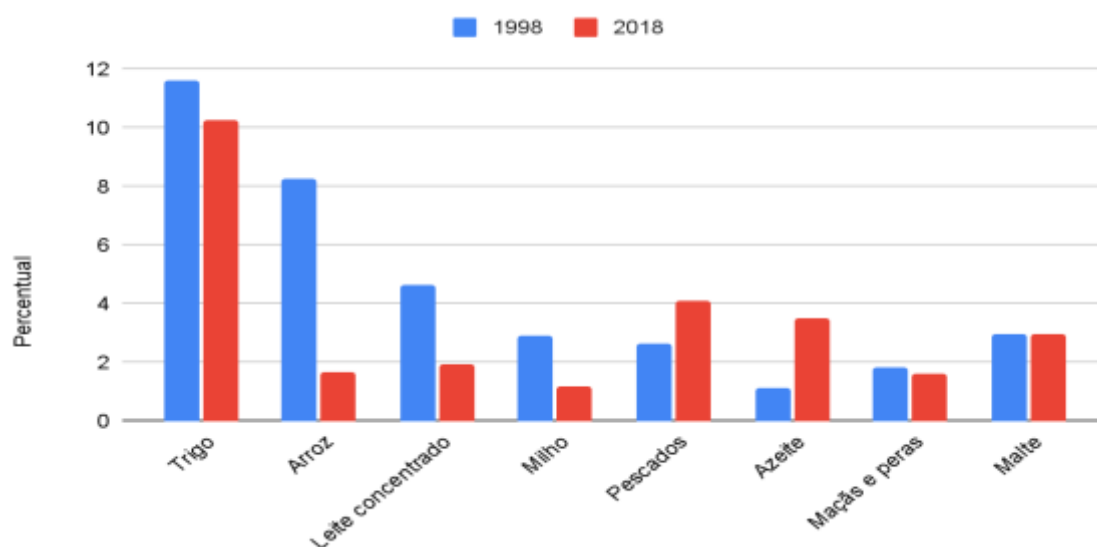
Apesar dos desafios contemporâneos nos mercados doméstico e internacional, o volume de produtos exportados pelo agronegócio brasileiro aumentou significativamente. Em 2018, o Brasil era o maior exportador mundial de açúcar, café, suco de laranja, soja em grãos, carnes bovina e de frango, o terceiro maior em exportações de milho e o quarto em exportação de carne suína.

2.1.6 Importação

Apesar de o setor agrícola ter alcançado altos níveis de produtividade em diversas culturas, o país importa alguns produtos cuja demanda interna não é suprida pela produção nacional. As causas podem se dar por questões climáticas, como a Argentina na produção do trigo, por exemplo, ou pela concorrência externa de países mais eficientes na produção de determinados produtos.

O trigo, o azeite de oliva e os pescados são produtos regularmente importados pelo Brasil. Entre os anos de 1998 e 2018, o trigo foi o produto agrícola mais importado. Esse cenário, no entanto, vem mudando em relação a outros produtos, conforme mostra o Gráfico 8. O arroz – que em 1998 era o segundo produto agrícola mais importado – representou, em 2018, apenas 1,69% das importações nacionais.

Gráfico 8 – Evolução das importações agrícolas no Brasil em 1998 e 2018



Fonte: elaboração própria com base em The Atlas of Economic Complexity

Nas Figuras 1 e 2, foi analisada a evolução das importações de produtos agrícolas no Brasil. Em 1998, de um total de US\$ 74,7 bilhões, 9,67% do total importado (US\$ 7,23 bilhões) eram de produtos agrícolas e, em 2018, dos US\$ 253 bilhões importados, 4,94% do

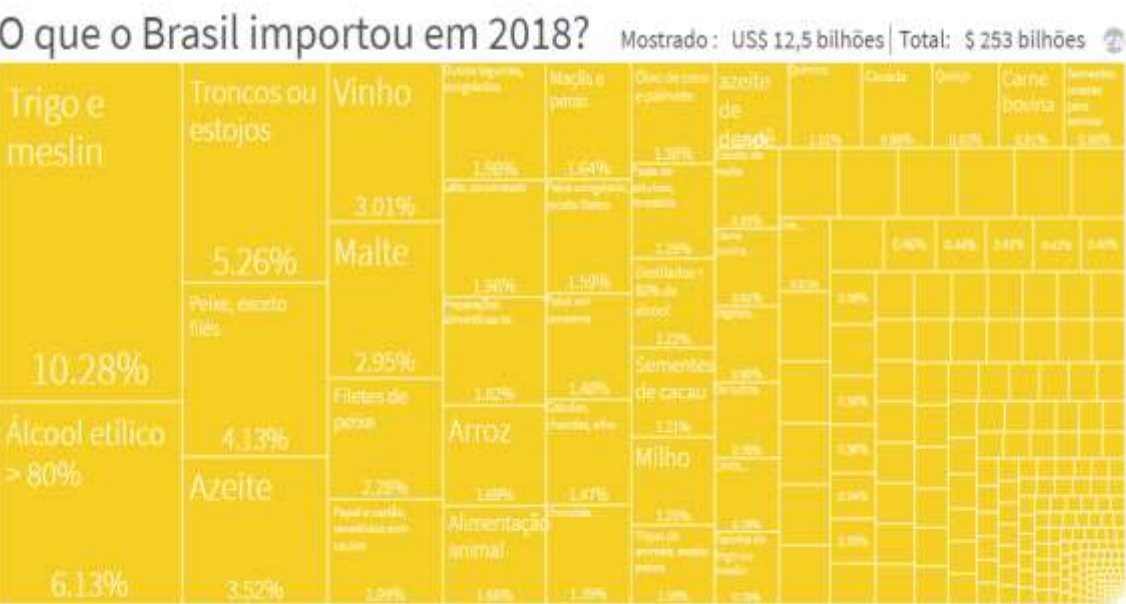
total (US\$ 12,5 bilhões) eram de produtos do setor agrícola. A redução percentual do total de importações agrícolas nacionais entre os anos de 1998 e 2018 foi de 51%.

Figura 1 – Importações agrícolas do Brasil em 1998



Fonte: The Atlas of Economic Complexity

Figura 2 – Importações agrícolas do Brasil em 2018



Fonte: The Atlas of Economic Complexity

2.2 Políticas agrícolas que influenciaram o desenvolvimento da agricultura brasileira

Diversos estudos (Alves *et al.* 2008; Gasques *et al.*, 2016; Vieira Filho *et al.*, 2017) têm tentado identificar as fontes de crescimento da produtividade na agricultura brasileira. Os

principais determinantes citados foram a competição externa (aumento da produtividade no mundo), mudanças na política agrícola e o efeito cumulativo dos gastos com pesquisa.

Segundo Alves *et al.* (2008), entre as políticas agrícolas implementadas para atingir o feito do crescimento da produtividade agrícola, três merecem destaque: a pesquisa agropecuária, liderada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), a oferta de crédito subsidiado para os agricultores e a extensão rural.

A próxima seção abordará essas três políticas, que orientaram e impactaram o desenvolvimento das atividades agropecuárias no Brasil a partir da década de 1970.

2.2.1 Desenvolvimento agrícola baseado em pesquisa

Com um processo altamente regulado, o Brasil foi importador líquido de alimentos até o final dos anos 1960, chegando a importar até 30% dos alimentos consumidos internamente. O ambiente interno começou a mudar quando um pequeno número de instituições de pesquisa estaduais e federais começaram a impactar as regiões em que estavam inseridas, por meio do conhecimento científico tecnológico agrícola voltado para o desenvolvimento produtivo (Gasques *et al.*, 2018).

Nas décadas de 1970 e 1980, a terra foi o principal fator de crescimento do produto agropecuário; da década de 1980 em diante, o capital aliado à pesquisa passou a ser a principal fonte de crescimento da agricultura (Gasques *et al.*, 2018).

A política governamental desempenha um papel positivo potencialmente importante na formação da estrutura de produção de um país e, com esse mote, em 1973, o governo federal criou a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Além disso, investiu-se de forma mais robusta em pesquisa científica e desenvolvimento agrícola, a fim de afastar o risco de desabastecimento alimentar, propiciando o aumento da produção doméstica e redução da importação de alimentos. A incorporação de tecnologia no desenvolvimento agrícola justifica-se também pelo uso da terra estar cada vez mais escasso, pela necessidade do uso eficiente da água e pela redução no número de trabalhadores rurais devido à crescente urbanização.

Com o incentivo à pesquisa e desenvolvimento voltados à agricultura, o país desenvolveu, a partir de conhecimentos adquiridos em centros de pesquisas internacionais, conhecimentos científicos que foram adaptados e aplicados ao clima tropical local, principalmente ao cerrado, gerando uma enorme expansão nos indicadores econômicos agrícolas (Vieira Filho *et al.*, 2017).

A partir da década de 1990, com a abertura comercial, estabilização monetária e a diminuição dos controles de importação e exportação de alimentos, o país, experimentou, além do crescimento na agricultura, um processo de destruição criativa²⁴ semelhante ao analisado no setor da indústria por Schumpeter (1939), em que o desenvolvimento econômico é marcado por mudanças qualitativas, atraídas pela inovação tecnológica (FEIX *et al.*, 2019).

Um novo pacote de tecnologia para a produção de grãos foi desenvolvido, adaptado e adotado por um grupo de empresas industriais agrícolas multinacionais e locais, que impulsionaram maior produtividade e, como consequência, ampliaram a produção e reduziram os custos médios, aumentando a lucratividade (Feix *et al.*, 2019; Bisang; Anllo; Campi; 2013).

O desenvolvimento do conhecimento agrícola e sua utilização ao longo da cadeia produtiva se fez via transferência de tecnologia para produtores locais com programas de assistência técnica rural. A disseminação da nova tecnologia aumentou a capacidade de aplicação dos agentes e produtores quando essa difusão foi potencializada pelo ambiente institucional.

A inovação institucional induzida, apoiada nas transformações locais, foi essencial para o Brasil se tornar um dos maiores exportadores de alimentos do mundo, promovendo processos de P&D aplicados à agricultura tropical. Por ter a industrialização impulsionado a modernização agrícola, a pesquisa estabeleceu sistemas de correção do solo e cultivares adaptados para o cerrado, conquistando o aumento das terras mecanizáveis e levando ao crescimento do mercado interno, além do aumento das exportações (Alves *et al.*, 2008).

2.2.2 Crédito rural

O Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR) foi institucionalizado no Brasil em 1965, pela Lei nº 4.829, de 5 de novembro de 1965, tendo como objetivos:

Art. 3º São objetivos específicos do crédito rural:

I - estimular o incremento ordenado dos investimentos rurais, inclusive para armazenamento, beneficiamento e industrialização dos produtos agropecuários, quando efetuado por cooperativas ou pelo produtor na sua propriedade rural;

II - favorecer o custeio oportuno e adequado da produção e a comercialização de produtos agropecuários;

III - possibilitar o fortalecimento econômico dos produtores rurais, notadamente pequenos e médios;

IV - incentivar a introdução de métodos racionais de produção, visando ao aumento da produtividade e à melhoria do padrão de vida das populações rurais, e à adequada defesa do solo. (Brasil, 1965).

²⁴ Expressão desenvolvida e difundida por Schumpeter (1939), em que novas tecnologias surgem aleatoriamente como ondas e são acompanhadas, geralmente, do aumento da produtividade do capital e do trabalho, pois os empresários inovadores conseguem alocar produtos com vantagens competitivas em relação a suas concorrentes tecnologicamente defasadas.

A política de crédito rural é um mecanismo de concessão de recursos para o setor com taxas de juros e condições de pagamentos diferenciadas.

Nos primeiros anos de implementação, o crédito rural beneficiou principalmente os grandes produtores, que se encontravam entre o Sul e Sudeste do país, dada a maior capacidade dessas regiões em atingir o objetivo de estimular os investimentos no campo.

O crédito rural fomentou a modernização agrícola, financiando a compra de insumos modernos e financiamento de capital. A base de empréstimos para produtores rurais era composta de recursos governamentais, tendo o setor privado pouca representatividade.

O Gráfico 9 apresenta como evoluiu a oferta do crédito rural entre os anos de 1969 e 2018.

Gráfico 9 – Evolução do crédito rural no Brasil²⁵ (valores constantes para 2016)



Fonte: elaboração própria com base em Banco Central do Brasil (2016)

O crédito rural oscilou bastante em relação ao volume de recursos disponibilizados desde sua implementação. As regras de operação e execução do crédito foram se adequando ao contexto macroeconômico, às políticas públicas de cada governo e à disponibilidade de recursos. O mais alto valor de crédito rural foi concedido em 1979, com R\$ 210 bilhões de reais, desempenhando o papel de impulsionador da modernização da agricultura brasileira.

²⁵ Valor corrigido pelo índice anual IGP – DI (FGV) para dezembro de 2016.

O menor valor de crédito rural concedido foi de R\$ 33 bilhões de reais em 1996. Até 1994, os agricultores tinham uma grande dependência do financiamento governamental e o governo exercia grande influência no mercado por meio da Política de Preços Mínimos (PGPM). Essa fase culminou em uma grande divergência entre o custo do financiamento (indexado) e o preço dos produtos agropecuários. Nesse contexto, o sistema financeiro reduziu sua atuação no crédito rural em razão do elevado risco da atividade (Banco do Brasil, 2004)

2.2.3 Extensão rural

O termo extensão rural pode ser conceituado como processo, instituição ou como política pública. Como processo, a extensão rural seria a atividade de levar o conhecimento de sua fonte geradora ao seu público final, tendo um caráter educativo. Como instituição, extensão rural refere-se às organizações públicas responsáveis pela prestação de serviços de Assistência Técnica e Extensão Rural (Ater). Como política pública, a extensão rural é traçada pelos governos e aplicada tanto por organizações públicas como privadas, tendo como objetivo difundir o conhecimento gerado pelas pesquisas e demais conhecimentos agrícolas (Peixoto, 2008).

A primeira vez em que a extensão rural teve participação em um programa de governo foi com o Plano de Ação Econômica do Governo (PAEG), em 1965. Segundo o PAEG:

A estratégia para a modernização da agricultura há de repousar fortemente na educação. Educação no seu sentido mais genérico, que significa prover o habitante do quadro rural com um mínimo de escolaridade, elevar-lhe os padrões culturais pela via do extensionismo e transmitir-lhe uma tecnologia nova pela demonstração (PAEG, 1965, p. 102 apud Queda, 1987, p. 87-88).

O desenvolvimento de novas tecnologias visa atender a diferentes condições ambientais e viabilizar a agricultura para produtores com diferentes situações econômicas. Os novos conhecimentos e boas práticas de cultivo precisam ser incorporadas por pequenos produtores para facilitar as decisões sobre o que produzir e como produzir, objetivando melhorar as condições de renda dessa população.

O investimento em extensão rural pelo governo brasileiro ampliou a capacidade do pequeno produtor, tendo tido um papel importante na história do desenvolvimento agrícola, dado que a maioria dos estabelecimentos agropecuários no Brasil são classificados como de agricultura familiar. Segundo dados do Censo Agropecuário 2017 (IBGE, 2018), os serviços extensionistas impactam positivamente a renda dos produtores rurais em 19% e, especificamente, a renda da atividade agrícola em 23%. Outros dados do mesmo censo

revelaram que 80,14% dos estabelecimentos agropecuários no país não recebem assistência técnica.

Em referência aos dados apresentados neste segundo capítulo, nota-se que, desde os anos 1970, o setor agrícola brasileiro se modernizou e se organizou, fazendo com que os aspectos relacionados à área plantada, produção, produtividade, exportações e importações evoluíssem positivamente. Políticas agrícolas assertivas, como a pesquisa agropecuária, crédito e extensão rural foram fundamentais para essa trajetória de crescimento. Essa combinação de fatores foi o principal determinante para o desenvolvimento da agricultura brasileira.

O próximo capítulo apresentará o referencial teórico desta dissertação: a teoria da complexidade econômica e seus principais conceitos. Também abordará as limitações encontradas para essa metodologia e as principais contribuições desta para o desenvolvimento econômico. O capítulo também trará alguns estudos contemporâneos ligados ao estudo da complexidade econômica pela ótica da agricultura e dará início a análise da complexidade agrícola aplicada ao Brasil.

3 Complexidade econômica e a agricultura brasileira

Este capítulo traz o referencial teórico da dissertação, com os principais conceitos utilizados para explicar a complexidade econômica segundo os autores que mais evoluíram no tema: Cesar Hidalgo e Ricardo Hausmann. As limitações da metodologia, bem como as implicações da abordagem da complexidade para o desenvolvimento econômico, também serão debatidas neste capítulo.

3.1 O que é complexidade econômica

A abordagem da complexidade econômica estuda as atividades produtivas e sua dinâmica de atividades, empregando métodos inspirados em sistemas complexos, redes e ciência da computação²⁶.

A teoria da complexidade econômica interpreta o desenvolvimento econômico de um país a partir de dados do comércio exterior, uma vez que os países estão ligados aos produtos que exportam. Os dados são calculados com base na diversidade das exportações e em sua onipresença, sendo possível quantificar a complexidade econômica de um país pelas características da estrutura da rede formada por esses produtos. A análise da pauta de exportações funciona como uma lupa para enxergar o que há dentro do sistema produtivo dos países, e as exportações são o vetor para entender sua estrutura.

Quanto maior a complexidade econômica de um produto, maior o *know-how* necessário. Os indivíduos são limitados em relação à acumulação de *know-how*; portanto, a única maneira pela qual as economias podem expandir seu conhecimento é dividindo-o entre muitos indivíduos e formando redes para produzir produtos mais complexos, os quais requerem que indivíduos com diferentes conhecimentos interajam uns com os outros.

Cada trabalhador pode absorver e desenvolver apenas uma pequena quantidade de *capabilities*, sendo necessária a formação de uma rede proporcional à complexidade do produto que está sendo desenvolvido. As *capabilities* são definidas no Atlas da Complexidade Econômica como a menor unidade de conhecimento técnico e referem-se ao conhecimento produtivo usado na fabricação de produtos e às capacidades fundamentais para o acúmulo de informações (*know-how*) na economia e na sociedade.

Os produtos do comércio mundial são produzidos a partir de capacidades locais não transacionáveis. Cada país se caracteriza pelo conjunto dessas capacidades e somente poderá

²⁶ Para mais detalhes, consultar: <https://oec.world/en/resources/methods#eci>.

produzir os produtos para os quais possua todas as capacidades necessárias. Um país exportará os produtos que puder produzir de acordo com sua capacidade interna. Sendo assim, os países estão conectados aos produtos que exportam como uma rede bipartida²⁷.

Países com muitas capacidades serão mais diversificados, pois podem produzir um conjunto mais amplo de produtos e serão capazes de combinar novos recursos com um amplo conjunto de capacidades, resultando em produtos de maior complexidade. Em contraposição, países com poucas capacidades terão uma cesta de exportações limitada, formada por produtos de baixa complexidade.

A estrutura produtiva dos países evolui espalhando-se para produtos próximos, formando uma rede, a qual pode ser visualizada por meio do *Product Space*, um esboço virtual da rede que conecta produtos com base na probabilidade de serem exportados pelos mesmos países. No *Product Space*, pode ser visualizada a inter-relação entre os produtos com o *know-how* necessário para a produção. A proximidade entre os produtos nessa rede está relacionada à similaridade dos requisitos de *capabilities* necessários a cada um, pois os países tendem a migrar para produtos que exigem recursos semelhantes aos requeridos por aqueles que já exportam.

No *Product Space*, é possível obter uma probabilidade de coexportação²⁸ entre dois produtos. Nessa rede, países com capacidade produtiva semelhante serão, provavelmente, competitivos em produtos próximos, podendo apontar possíveis caminhos para a diversificação produtiva. No *Product Space*, está representada a relação de mais de 800 mercadorias, com base em dados das exportações mundiais referentes à capacidade de conexão com outros setores. Outra característica relevante observada é que produtos mais complexos tendem a ser mais conectados, ou seja, ter maior probabilidade de conexão com outros produtos.

O espaço produtivo retrata o desenvolvimento das nações e a rede econômica do país (Hidalgo *et al.*, 2007). As diferenças de renda entre os países podem ser explicadas por diferenças na complexidade econômica, medida pela diversidade de capacidades presentes em um país e suas interligações. Um nível mais alto de renda *per capita* está associado a uma cesta de exportação mais diversificada e mais complexa. Além disso, vários resultados indicam que essa relação pode ser causal.

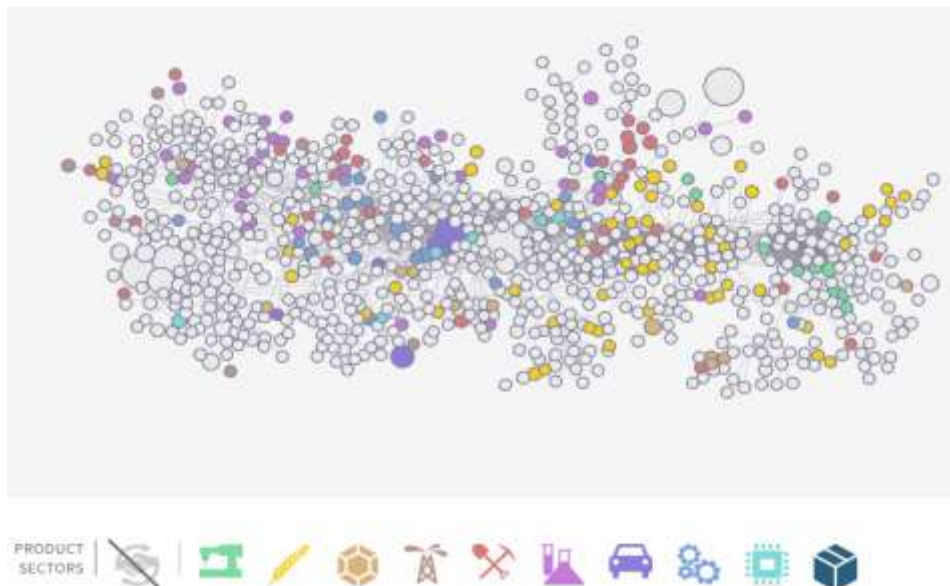
O *Product Space* brasileiro é um bom exemplo para ilustrar as redes formadas no espaço-produto de um país, bem como a capacidade de conexão com outros setores. Com o intuito de

²⁷ Formada por duas categorias: países e produtos.

²⁸ Probabilidade de dois produtos serem exportados conjuntamente por vários países por possuírem características similares.

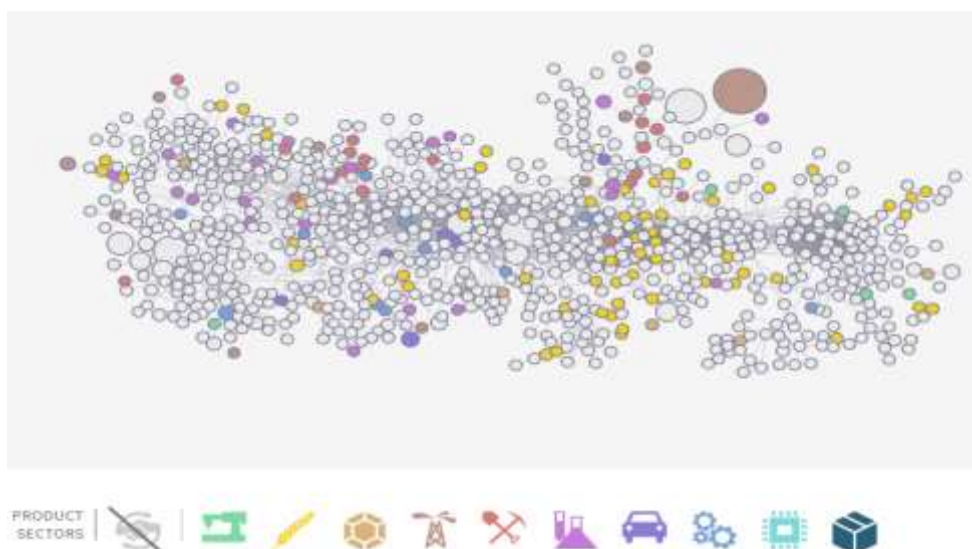
confrontar a evolução das redes de conexão no Brasil, a Figura 3²⁹ ilustra o espaço produto do Brasil em 1998 e a Figura 4³⁰ ilustra o espaço produto brasileiro para o ano de 2018.

Figura 3 – *Product Space* brasileiro no ano de 1998³¹



Fonte: The Atlas of Economic Complexity

Figura 4 – *Product Space* brasileiro no ano de 2018³²



Fonte: The Atlas of Economic Complexity

²⁹ Disponível em:

<https://atlas.cid.harvard.edu/explore/network?country=32&year=1998&productClass=HS&product=undefined&startYear=undefined&target=Product&partner=undefined>

³⁰ Disponível em:

<https://atlas.cid.harvard.edu/explore/network?country=32&year=2018&productClass=HS&product=undefined&startYear=undefined&target=Product&partner=undefined>

³¹ Legenda: Têxteis (verde); Agricultura (amarelo); Pedras (marrom-claro); Minerais (marrom-escuro); Metais (vermelho); Produtos químicos (lilás); Veículos (roxo); Maquinário (azul); Eletrônicos (verde-água); Outros (azul-escuro).

³² Legenda: Têxteis (verde); Agricultura (amarelo); Pedras (marrom-claro); Minerais (marrom-escuro); Metais (vermelho); Produtos químicos (lilás); Veículos (roxo); Maquinário (azul); Eletrônicos (verde-água); outros (azul-escuro).

Os círculos de cor amarela representam produtos agrícolas – apenas os produtos com vantagem comparativa revelada (RCA)³³ são coloridos. O diâmetro dos círculos varia de acordo com o valor exportado. Os círculos mais distantes do centro, na área periférica, indicam produtos menos complexos e com um número menor de conexões com a área mais densa das figuras, local onde se concentram as melhores oportunidades de conexão e formação de redes produtivas com produtos mais complexos tecnologicamente. Os diversos círculos sem cor representam os produtos produzidos e exportados mundialmente, mas para os quais o Brasil não possui vantagem comparativa frente a outros países.

Nas Figuras 3 e 4 é possível observar a capacidade produtiva, proximidade e conectividade no arcabouço de redes do Brasil entre 1998 e 2018 em relação às possibilidades de exportações mundiais. O *Product Space* do Brasil apresenta, entre os anos de 1998 e 2018, uma queda de produtos com vantagens comparativas reveladas, além de manter uma produção concentrada em produtos menos complexos e com menos conexões, caracterizada por produtos localizados nas áreas periféricas das figuras, o que tende a inibir conexões com produtos mais complexos da rede, prejudicando a diversificação da estrutura produtiva.

3.1.1 A complexidade e a sofisticação produtiva

O Atlas apresenta o perfil econômico de 133 países desde o ano de 1963 e o potencial de desenvolvimento dessas nações, analisando a composição, o conhecimento produtivo e a sofisticação tecnológica de 1.240 produtos, dentre os quais 201 são produtos agrícolas.

Os métodos empregados no Atlas são pertinentes em virtude do uso de uma abordagem empírica, do uso de dados homogêneos de exportações e da concordância com diversas teorias de desenvolvimento que relacionam o desenvolvimento econômico sob a perspectiva do crescimento e transformação da estrutura produtiva do país com novas estruturas de produção, novos produtos e novos mercados (Schumpeter, 1982; Furtado, 1981; Prebisch, 1949).

Como mostrou-se anteriormente, para comparar o desenvolvimento econômico entre países, Hidalgo e Hausmann (2009) desenvolveram um indicador, o Índice de Complexidade Econômica (ECI)³⁴, que é a expressão quantitativa para a determinação da

³³ Balassa (1965) propôs um indicador para medir a especialização do mundo, o RCA (*revealed comparative advantage*). Esse indicador mede se um país possui vantagem comparativa em um produto e exporta mais do que sua parcela considerada justa, sendo a parcela do produto exportada pelo país pelo menos igual à parcela total que o produto representa no comércio mundial.

³⁴ *Economic Complexity Index*.

complexidade de um determinado país. O índice mede o nível de sofisticação da estrutura produtiva, sendo assim definido:

Uma classificação de países com base na diversidade e complexidade de sua cesta de exportações. Países que possuem uma grande diversidade de *know-how* produtivo, especialmente de *know-how* especializado complexo, são capazes de produzir uma grande diversidade de produtos sofisticados. Descobriu-se que a complexidade das exportações de um país é uma previsão dos níveis de renda atuais ou, quando a complexidade excede as expectativas para o nível de renda de um país, prevê-se que o país experimente um crescimento mais rápido no futuro. O ECI, portanto, fornece uma medida útil de desenvolvimento econômico³⁵. (The Growth Lab at Harvard University, [s/d]. Tradução nossa).

O ECI quantifica o nível de sofisticação a partir da análise da relação de produtos exportados por um país, sendo possível mensurar indiretamente se o país é complexo economicamente com base em dois indicadores – ubiquidade e diversidade dos produtos produzidos e exportados – conforme exposto de forma simplificada na Figura 5, a seguir.

Figura 5 – Indicadores da complexidade econômica



Fonte: elaborado pela autora

Bens *não* ubíquos são os bens raros, que poucos países produzem. Esses bens podem ser divididos em duas categorias: bens que apresentam alto conteúdo tecnológico e, por

³⁵ “A rank of countries based on how diversified and complex their export basket is. Countries that are home to a great diversity of productive know-how, particularly complex specialized know-how, are able to produce a great diversity of sophisticated products. The complexity of a country’s exports is found to highly predict current income levels, or where complexity exceeds expectations for a country’s income level, the country is predicted to experience more rapid growth in the future. ECI therefore provides a useful measure of economic development.” The Growth Lab at Harvard University. The Atlas of Economic Complexity. Disponível em: <https://atlas.cid.harvard.edu/glossary>. Acesso em: 12 dez. 2020.

isso, são difíceis de produzir, como rolos de filmes fotográficos para radiografia^{36 37}, e bens que são escassos na natureza, como o diamante.

A análise da complexidade de um país somente pela vertente da ubiquidade não retrata seu desenvolvimento tecnológico, como é o caso de Angola, que, em 2018, exportava 32,04% dos diamantes industriais não trabalhados³⁸, mas com uma pauta exportadora limitada, sendo o terceiro país do mundo com a pior complexidade econômica (ECI = -1,72). Dessa forma, para resolver o problema de quantificação da complexidade, Hausmann *et. al.* (2011) consideram, na mensuração da complexidade de um país, a ubiquidade dos produtos produzidos e exportados associada à diversidade de produtos que esse país exporta.

As Figuras 6³⁹ e 7⁴⁰ ilustram a diversidade de produtos que o Brasil exporta, sendo possível realizar uma comparação sobre como evoluíram as exportações nacionais sob o aspecto da diversidade. Em volume de exportações, em 1998, o Brasil exportou um total de US\$ 57,4 bilhões. Em 2018, o total exportado aumentou 460%, com um volume de US\$ 264 bilhões. Apesar do aumento expressivo em volume de recursos, a cesta de exportações nacionais era notadamente mais diversificada em 1998. Esse fato fornece pistas de que o agravamento da complexidade do Brasil tenha sido impulsionado principalmente pela falta de diversificação das exportações e até de uma possível desindustrialização.

³⁶ Em 2018, Estados Unidos, Bélgica e Japão, países com pauta de exportação altamente diversificada, foram responsáveis por mais de 90% da produção mundial desse produto.

³⁷ HS-4 370210.

³⁸ HS-6 710221.

³⁹ Disponível em:

<https://atlas.cid.harvard.edu/explore?country=32&product=undefined&year=1998&productClass=HS&target=Product&partner=undefined&startYear=undefined>.

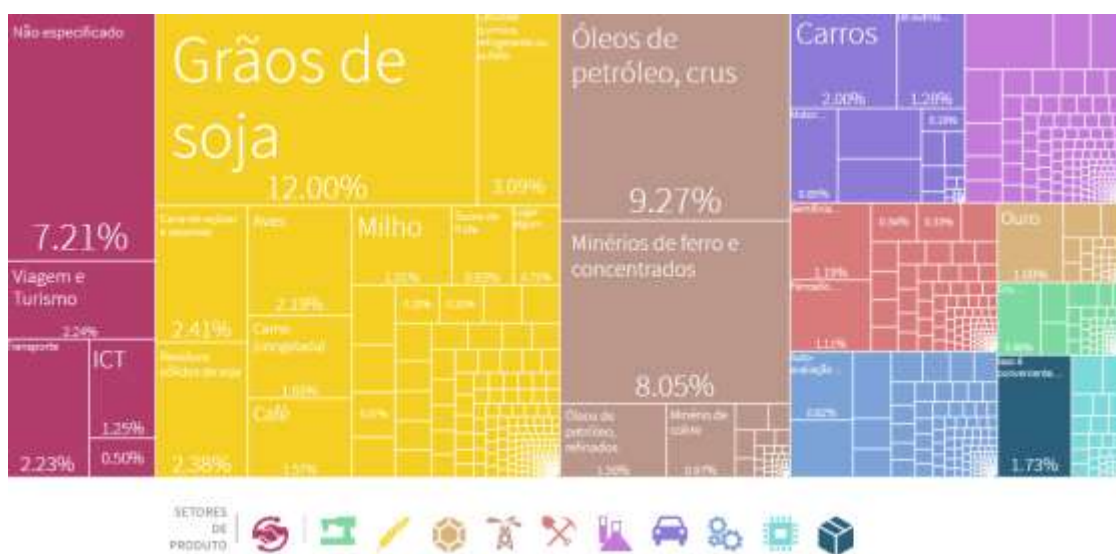
⁴⁰ Disponível em:

<https://atlas.cid.harvard.edu/explore?country=32&product=undefined&year=2018&productClass=HS&target=Product&partner=undefined&startYear=undefined>.

A treemap visualization showing the composition of Brazil's exports by sector and product. The chart is divided into colored rectangles, where the area of each rectangle represents its percentage of total exports. The sectors are color-coded: ICT (purple), Agriculture (yellow), Manufacturing (blue), Mining (brown), and Others (green). The products are labeled within the rectangles, and their percentages are displayed. The largest sector is ICT, followed by Agriculture, Manufacturing, Mining, and Others.

Sector	Product	Percentage
ICT	Transporte	7.22%
	Viagem e Turismo	3.24%
	ICT	2.29%
	Carros	2.59%
	Partes de veículos motorizados	2.32%
	Carros	1.95%
	Partes de veículos motorizados	1.70%
	Carros	1.94%
	Partes de veículos motorizados	1.76%
	Carros	1.94%
Agriculture	Café	3.69%
	Grãos de soja	3.52%
	Grãos de milho	3.21%
	Resíduos sólidos de soja	2.95%
	Sucos de fruta	2.49%
	Óleo de soja	2.49%
	Óleo de milho	2.49%
	Óleo de soja	2.49%
	Óleo de milho	2.49%
	Óleo de soja	2.49%
Manufacturing	Carros	2.59%
	Partes de veículos motorizados	2.32%
	Carros	1.95%
	Partes de veículos motorizados	1.70%
	Carros	1.94%
	Partes de veículos motorizados	1.76%
	Carros	1.94%
	Partes de veículos motorizados	1.76%
	Carros	1.94%
	Partes de veículos motorizados	1.76%
Mining	Minérios de ferro e concentrados	5.57%
	Calçado de couro	2.49%
	Ouro	2.49%
	Minérios de ferro e concentrados	2.49%
	Calçado de couro	2.49%
	Ouro	2.49%
	Minérios de ferro e concentrados	2.49%
	Calçado de couro	2.49%
	Ouro	2.49%
	Minérios de ferro e concentrados	2.49%
Others	Carros	2.59%
	Partes de veículos motorizados	2.32%
	Carros	1.95%
	Partes de veículos motorizados	1.70%
	Carros	1.94%
	Partes de veículos motorizados	1.76%
	Carros	1.94%
	Partes de veículos motorizados	1.76%
	Carros	1.94%
	Partes de veículos motorizados	1.76%

Figura 7 – Estrutura de exportações do Brasil em 2018⁴²



Tendo como base as duas figuras anteriores, a Figura 8⁴³ mostra como o Brasil evoluiu no *ranking* do Índice da Complexidade Econômica (ICE) quando comparado com outros 133 países entre os anos 2000 e 2019.

⁴² Legenda dos dez setores produtivos representados na Figura 5: Têxteis (verde); Agricultura (amarelo); Pedras (marrom-claro); Minerais (marrom-escuro); Metais (vermelho); Produtos químicos (lilás); Veículos (roxo); Maquinário (azul); Eletrônicos (verde-água); Outros (azul-escuro).

38

Figura 8 – Evolução da Complexidade Econômica no Brasil entre 2000 e 2019



Fonte: The Atlas of Economic Complexity

No ano 2000, o Brasil era o 26º país com maior complexidade no mundo (ECI = 0,86). Em 2019, o país ocupava a 53ª posição no *ranking* do Índice de Complexidade Econômica (ECI = 0,10) frente a outros 133 países. Em comparação com o ano 2000, a economia brasileira se tornou menos complexa, piorando 27 posições no *ranking* do ECI mundial.

O Brasil é mais complexo do que o esperado para seu nível de renda, dado o baixo desenvolvimento dos setores de manufaturas de serviços sofisticados. Segundo projeções de crescimento do Growth Lab⁴⁴ para 2029, há previsões de um crescimento lento do ECI de 2,3% ao ano, posicionando o país no 110º lugar no *ranking* da complexidade econômica – metade inferior dos países em todo o mundo.

Essa previsão é calculada com base no nível atual de complexidade econômica do país, sua perspectiva de complexidade e conexão de novos produtos no *Product Space* em comparação com o nível atual de renda, PIB *per capita* e exportações (The Growth Lab at Harvard University, [s/d]).

⁴⁴ Disponível em: <https://growthlab.cid.harvard.edu/>

3.1.2 A complexidade produtiva

Hidalgo e Hausmann (2009) mensuraram o grau de complexidade de cada produto da cesta de exportações, classificando cada um dos itens exportados mundialmente pelo Índice de Complexidade do Produto (PCI). O índice quantifica a sofisticação e o *know-how* produtivo necessários na produção de uma mercadoria, tendo como base quantos países podem produzi-la, considerando, ainda, a complexidade econômica desses países.

Produtos mais complexos serão aqueles que apenas países altamente sofisticados do ponto de vista produtivo terão a capacidade de produzir. Por outro lado, produtos com baixa complexidade são aqueles que exigem baixo grau de sofisticação e *know-how* produtivo, sendo comum a produção por diversos países.

O Atlas da Complexidade Econômica traz, em seu banco de dados, um sistema de codificação em que cada um dos produtos possui um código de quatro dígitos (HS-4)⁴⁵ e seis dígitos (HS-6) para maior detalhamento do produto, cujo valor é atualizado anualmente. Por meio desses códigos, os produtos são ranqueados, variando dos mais complexos – que poucos países produzem – aos menos complexos, mais comumente produzidos. O produto com maior complexidade no *ranking* em 2018 foi o material fotográfico exposto revelado⁴⁶, com PCI = 3,04, apresentando maior sofisticação do *know-how* necessário para produzi-lo, além de ser produzido por poucos países. Na outra ponta, minérios de estanho e concentrados⁴⁷ foi o produto com a menor complexidade do *ranking*, com o PCI negativo, PCI = -3,28.

A Figura 9⁴⁸ mostra os principais produtos exportados pelo Brasil, com o PCI correspondente. Os produtos representados pela cor marrom possuem baixa complexidade econômica e os produtos representados pela cor verde são os que possuem complexidade mais alta.

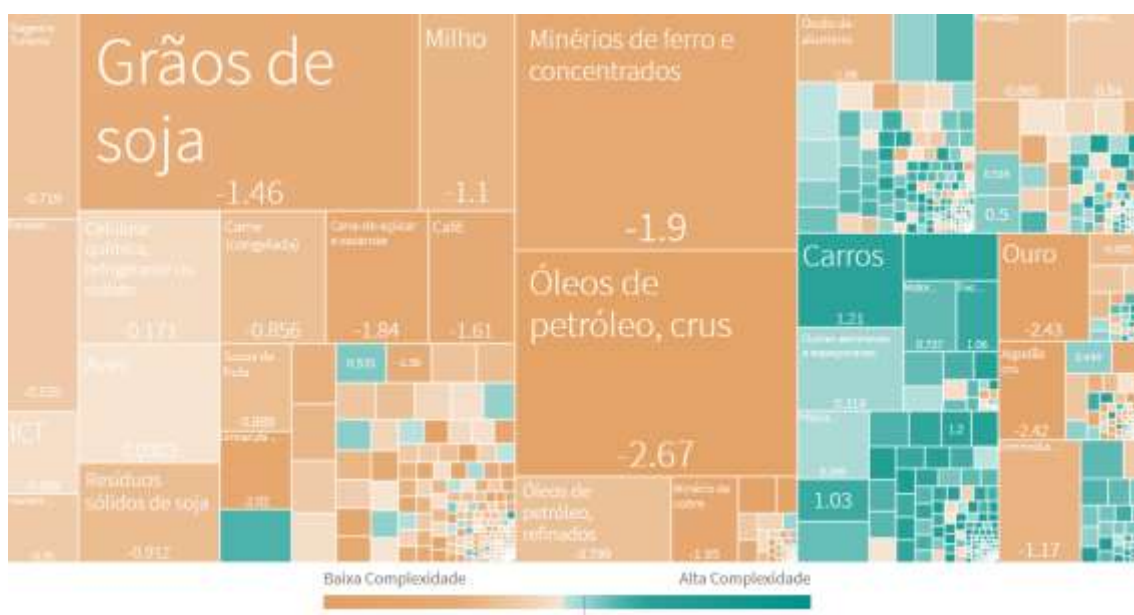
⁴⁵ HS-4 (sistema de codificação de 4 dígitos) e HS-6 (sistema de codificação de 6 dígitos). Os códigos do HS (Sistema Harmonizado – *Harmonized System*) padronizam e identificam mundialmente os produtos comercializados internacionalmente, sendo utilizados em mais de 200 países e servindo como base para tarifas alfandegárias e coleta de estatísticas do comércio internacional.

⁴⁶ HS-4: 3705

⁴⁷ HS-4: 2609

⁴⁸ Disponível em: <https://atlas.cid.harvard.edu/countries/32/export-complexity>.

Figura 9 – Índice de Complexidade do Produtos (PCI) das exportações brasileiras em 2019



Fonte: The Atlas of Economic Complexity

É possível verificar, de acordo com a Figura 9, que a cesta de produtos exportada em 2019 é composta predominantemente por produtos de baixa complexidade econômica e, consequentemente, baixo grau de sofisticação e *know-how* produtivo. A referida figura elucida também a posição que o Brasil ocupa hoje no *ranking* de complexidade econômica mundial mostrada na Figura 8, já que mais de 75% dos produtos exportados são classificados como de baixa complexidade.

3.1.3 Limitações da metodologia e implicações para o desenvolvimento econômico

3.1.3.1 Limitações da metodologia

A metodologia da complexidade econômica oferece grandes vantagens para a mensuração do grau de desenvolvimento econômico de um país. Contudo, também apresenta limitações, e se faz necessário apontá-las.

A primeira limitação se dá em razão do cálculo do Índice de Complexidade Econômica ser composto pelo banco de dados de exportações mundiais e não sobre produção, já que países produzem bens que não exportam. Esse fato, entretanto, não desqualifica o método, pois o fato de exportar um determinado bem indica que o país possui a tecnologia associada a esse bem ou possui abundância desses recursos naturais, o que o torna competitivo frente a outros países, indicando os setores mais dinâmicos. Contudo, dada essa restrição, há

ressalvas em se expandir as conclusões encontradas na metodologia da complexidade para a economia de um país de forma global.

A base da teoria da complexidade econômica tem como base o mercado internacional e isso também gera algumas ressalvas, pois as exportações são impactadas não apenas pelo mercado e pela competitividade intrínseca na produção de um país no mercado internacional, mas também pela geopolítica e a institucionalidade do próprio país, que facilitam ou dificultam a exportação de determinados produtos.

Outra importante limitação refere-se à abrangência de dados ligados aos setores de serviços e de bens não tangíveis, que ainda não foram totalmente inseridos no banco de dados da Harvard Growth Lab e no Observatório da Complexidade para a análise da complexidade econômica. Trata-se de uma parte do ecossistema econômico essencial para que produtos e serviços sejam desenvolvidos.

Outro ponto de atenção na metodologia refere-se à existência de países como o México, que, apesar de apresentarem um ECI alto, apresentam boa parte de sua diversificação produtiva adquirida de forma artificial, uma vez que o país produz produtos complexos em suas indústrias *maquiladoras*, mas não adquire boa parte das capacidades produtivas necessárias para a fabricação completa desses bens, pois o *know-how* necessário para isso é desenvolvido em outros países (Alencar *et al.*, 2018). O fato de a metodologia da complexidade econômica não conseguir captar as circunstâncias em que existam ganhos artificiais de complexidade pode ser apontado como outra limitação da metodologia.

Apesar dos apontamentos indicados acima, o método da complexidade econômica ganhou a atenção acadêmica por explicar de forma empírica e simplificada a evolução do desenvolvimento econômico mundial, mensurando mudanças nas tecnologias produtivas e as dificuldades relativas na produção de bens ao longo do tempo. Diante disso, entende-se existirem evidências adequadas para apoiar a abordagem adotada nesta dissertação, sendo pouco provável que as limitações mencionadas invalidem qualquer um dos resultados.

3.1.3.2 Implicações para o desenvolvimento econômico

Os pensadores do estruturalismo clássico⁴⁹ do desenvolvimento advogam que este é fruto de uma mudança na estrutura produtiva baseada na transformação permanente de bens de menor valor agregado para bens de maior valor agregado, mais sofisticados e com maior

⁴⁹ Paul Rosenstein-Rodan (1943), Ragnar Nurkse (1953), Lewis (1954), Hirschman (1958), Myrdal (1957) e Chenery (1960, 1979).

valor adicionado. Essa mesma trajetória de pensamento é defendida pelos estruturalistas cepalinos⁵⁰ Prebisch (1949), Furtado (1959) e Aníbal Pinto (1965), quando destacam o dualismo da heterogeneidade produtiva que os países em desenvolvimento enfrentam na transformação da estrutura produtiva e na disposição do trabalho, sendo sua política pautada na busca pela superação da dependência das importações de produtos dos países mais desenvolvidos.

Os pressupostos da teoria estruturalista clássica e latino-americana são fundamentais e continuam atuais para explicar a importância da sofisticação produtiva no desenvolvimento econômico. A teoria da complexidade econômica atualiza esse debate, fornecendo o suporte empírico para a teoria estruturalista a partir da mensuração da capacidade produtiva dos países e, assim como os estruturalistas, pregam que a sofisticação da produção é indispensável para superar o subdesenvolvimento.

Autores contemporâneos, Hausmann *et al.* (2011), na busca pela redução do grau de subjetividade sobre o tema mudança produtiva, se manifestaram e quantificaram outra característica ligada a essa transformação estrutural: o acúmulo de *know-how* pelos países com o objetivo de produzir produtos que necessitem de maior conhecimento técnico. Assim, a metodologia da complexidade econômica pode ser compreendida como uma espécie de evolução da teoria estruturalista do desenvolvimento, dado que esta dá suporte empírico às concepções e hipóteses dos clássicos do desenvolvimento econômico.

A especialização dos países em produtos com maior complexidade econômica tem como consequência o aumento da dinâmica do crescimento, o aumento do emprego, da renda *per capita* e da inserção no mercado internacional com ganhos de produtividade.

A metodologia da complexidade econômica demonstra com simplicidade a correlação entre níveis de renda *per capita*, desigualdade e complexidade econômica dos países, sendo este um indicador também relevante para mensurar o desenvolvimento econômico entre países.

Com base na compreensão de técnicas de produção mais sofisticadas, comumente existe uma produção de maior valor agregado por trabalhador – também um dos indicadores de que um país é complexo economicamente. Essa prerrogativa corrobora para maior eficiência no mercado internacional com estrutura produtiva desenvolvida, acarretando produtos de elevada elasticidade-renda⁵¹ da demanda e bens mais sofisticados.

⁵⁰ Pertencentes à corrente de pensamento da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL).

⁵¹ A elasticidade-renda da demanda mede a variação percentual na quantidade demandada de um determinado bem, dada uma

O desenvolvimento econômico está relacionado a um maior *know-how* produtivo e, devido às características associadas aos mercados com maior grau de sofisticação, o crescimento das exportações se dará proporcionalmente à elasticidade de renda das exportações e elasticidade de renda das importações. Países com pautas mais complexas apresentam cesta de produtos mais elásticas em relação à renda mundial, e o efeito de um aumento na complexidade econômica é maior na elasticidade da renda das exportações do que na elasticidade da renda das importações, o que implica que, à medida que o país se torna mais complexo, ele terá maior vantagem em seu balanço de pagamentos, além de acelerar o crescimento econômico (Moreira, 2012).

A complexidade das exportações é importante para explicar convergências entre países desenvolvidos e em desenvolvimento e suas divergências de renda, dado que a sofisticação produtiva está relacionada a níveis mais elevados de renda *per capita* e menor nível de desigualdade de renda. Quanto maior a complexidade da pauta de exportação de países em desenvolvimento, maior é a possibilidade de convergência de renda, isto é, quanto maior a capacidade de exportação de produtos complexos, maior a tendência em reduzir a diferença de renda em relação a países mais desenvolvidos (Gala *et al.*, 2018).

3.2 Estudos contemporâneos sobre complexidade econômica agrícola

O tema complexidade econômica agrícola do Brasil foi discutido pela primeira vez em Feix *et al.* (2019). Os autores adotaram a abordagem da complexidade para avaliar a real eficiência do agronegócio brasileiro comparada à dos países líderes no setor, tomando-se por base a produtividade do trabalho e a sofisticação dos produtos agrícolas exportados.

Questiona-se, no estudo, se a agricultura brasileira opera próxima aos níveis internacionais de eficiência, se tem vantagem competitiva em produtos sofisticados e se a agricultura brasileira está em processo de *catching up*⁵². Para verificar tal feito, os autores desenvolveram o Índice de Complexidade do Agronegócio com base na média ponderada entre Índice de Complexidade dos Produtos (PCI) e o valor das exportações de cada produto utilizando a metodologia *cross-country*⁵³.

O artigo também busca mensurar a produtividade da agricultura, com o objetivo de comparar diversos países e setores, tendo como base o valor agregado por trabalhador rural,

variação percentual na renda do consumidor.

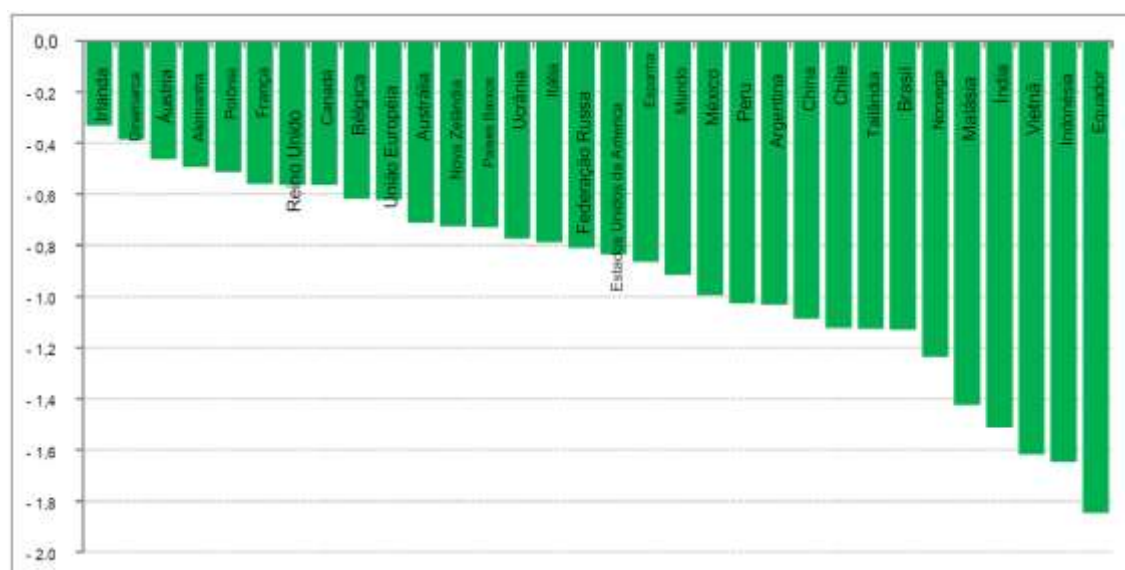
⁵² *Catching up* pode ser entendido como convergência econômica.

⁵³ Em econometria, a análise *cross-country* relaciona uma estrutura de dados de países compondo um dado banco de dados (Candea, 2016).

buscando como resultado a produção líquida do setor. O resultado da análise do valor adicionado por trabalhador na agricultura mostra o Brasil em um nível muito inferior quando comparado a países como Nova Zelândia, Estados Unidos e Canadá.

Feix *et al.* (2019) trazem a indicação da posição que o Brasil ocupava, em 2016, no *ranking* da complexidade de produtos agrícolas: 24º lugar, considerando os 30 maiores exportadores do mundo, o que pode ser observado na Gráfico 10, a seguir:

Gráfico 10 – *Ranking* de complexidade de produtos do agronegócio mundial (2016)



Fonte: Feix *et al.* (2019)

Os países mais bem classificados no *ranking* de complexidade de produtos do agronegócio têm em comum a especialização em produtos processados e agroindustriais. No Gráfico 10, é possível observar que, em 2016, a média do PCI da Irlanda, país com a cesta de produtos agrícolas mais complexos do mundo, foi de aproximadamente -0,35. Os três produtos da agricultura irlandesa mais exportados foram extrato de malte (PCI = -0,125), carne bovina fresca ou resfriada (PCI = -0,498) e bebidas alcoólicas (PCI = -0,514). Enquanto isso, os três produtos agrícolas mais exportados pelo Brasil foram grãos de soja (PCI = -1,54), cana de açúcar (PCI = -1,59) e aves (PCI=0,197), ficando a complexidade econômica média da cesta de produtos agrícolas exportados pelo Brasil em aproximadamente -1,18.

O estudo justifica um dos possíveis motivos de o Brasil continuar se especializando no fornecimento de matérias-primas agrícolas cujo principal atributo de competitividade é o baixo custo de produção, enquanto os países desenvolvidos se especializam em produtos voltados para o consumo final, com maior *know-how* produtivo agregado:

Desde 2010, o crescimento das exportações do agronegócio tem sido sustentado principalmente pela demanda de países em desenvolvimento de baixa e média renda, como a China. Essa situação contribui para um foco da oferta em produtos de baixa sofisticação tecnológica, a fim de atender a um perfil de consumidor típico com renda suficiente para atender às necessidades básicas de alimentação, mas não permite o acesso a preparações alimentícias de maior valor. (Feix *et al.*, 2019, p. 64, tradução nossa).

Os autores trazem a questão do direcionamento e intensificação das exportações em um conjunto reduzido de produtos do agronegócio de baixa complexidade econômica, o que pode comprometer a continuidade do *catching up*. Essa situação é também justificada por gargalos na estrutura produtiva e desenvolvimento tecnológico do país.

Existe uma correlação positiva entre a renda *per capita* dos países e a complexidade das exportações do agronegócio. A trajetória recente indica que o Brasil estava em processo de *catching up* no setor agrícola até 2010, quando voltou a se especializar em produtos agrícolas menos complexos.

Outros fatores, além da complexidade, são apontados como responsáveis por alavancar a produtividade na agricultura, como a estrutura produtiva mais complexa, menores custos de transação, proximidade de mercados consumidores de alta renda e condições institucionais, como a política agrícola e tributária dos países.

Os resultados baseados pelos autores indicaram que a complexidade do agronegócio brasileiro se encontra em estágio intermediário, isto é, os resultados são inferiores aos dos países com maior renda *per capita* na agricultura. Se a relação entre complexidade econômica e produtividade do trabalho agrícola estiver correta, existe uma forte tendência de comprometimento na continuidade do processo de *catching up* do setor no Brasil.

Feix *et al.* (2019) em muito contribuíram para complementar a literatura da complexidade econômica pela ótica da agricultura. Por ter, em sua construção, o mesmo referencial teórico (o Atlas da Complexidade Econômica), o mesmo campo de estudo (a agricultura) e por ser o estudo com melhores resultados sobre complexidade econômica na agricultura brasileira até o momento, trata-se da literatura que mais se aproxima desta dissertação.

Em referência a outros trabalhos relevantes sobre o tema complexidade econômica na agricultura brasileira, menciona-se Stein (2019), que aplicou a metodologia da complexidade econômica para analisar a dinâmica regional do setor agropecuário brasileiro, retratando empiricamente as heterogeneidades produtivas da agropecuária entre as regiões do país ligadas a divergências de renda, produtividade, tecnologia, desigualdade fundiária e de desenvolvimento econômico verificadas no Brasil.

O autor utilizou-se do ECI e do *Product Space* com o intuito de verificar se a metodologia da complexidade é capaz de retratar a heterogeneidade produtiva da agropecuária brasileira em que cada grupo está associado a regiões com diferentes níveis de intensidade tecnológica, produtividade, desenvolvimento humano, desigualdade fundiária e educação.

Outro objeto do estudo foi a verificação de possíveis discrepâncias tecnológicas regionais no setor agrícola brasileiro e, para isso, foi desenvolvido o índice de intensidade tecnológica da agropecuária, com o objetivo de comprovar que a disseminação tecnológica assimétrica ao longo do território é causa da heterogeneidade produtiva agrícola regional.

Como resultado da pesquisa, constata-se a presença de grandes diferenças na distribuição da tecnologia nas microrregiões brasileiras: aglomerados de alta intensidade tecnológica em algumas microrregiões nas regiões Sul e Sudeste e aglomerados de baixa intensidade em partes das regiões Norte e Nordeste. O autor também defende que essas diferenças estão ligadas a diferentes níveis de produtividade na agricultura.

Ferreira *et al.* (2019) estudaram a composição do comércio internacional brasileiro pelo viés da complexidade econômica. No artigo, são identificados os setores econômicos e os produtos mais exportados, bem como aqueles que possuem maior vantagem comparativa de exportação no Brasil. Como conclusão, observa-se que o país se mostra distante da estrutura produtiva que as literaturas desenvolvimentistas classificam como características de economias desenvolvidas.

Casaú Guirao e Nogueira-Méndez (2017) realizaram um estudo da complexidade econômica pela ótica de uma empresa do setor agrícola em Múrcia, Espanha. A pesquisa demonstrou que, se corretamente utilizados, os principais conceitos atinentes à complexidade econômica são capazes de promover a evolução e desenvolvimento produtivo de empresas por meio do acúmulo de conhecimento como determinante para o desenvolvimento da empresa, principalmente o conhecimento tácito, a diversificação e complexidade dos produtos produzidos.

Os três estudos – Stein (2019), Ferreira *et al.* (2019) e Casaú Guirao e Nogueira-Méndez (2017) – contribuíram, cada qual à sua forma, para o debate da complexidade econômica na agricultura. Todavia, por tratarem de assunto diverso do aqui proposto, contribuíram de forma discreta para o desenvolvimento desta dissertação.

3.3 Complexidade econômica agrícola no Brasil

O desenvolvimento econômico está associado à progressiva mudança na estrutura produtiva de um país com o aumento da produção de bens com maior valor agregado. Na metodologia da complexidade econômica, um país é desenvolvido quando essa produção envolve produtos de elevada complexidade, com alta diversidade e não ubiquidade.

O setor agrícola é de grande relevância e representatividade na cesta de exportações do Brasil. Em 1998, representou 32,2% de tudo que foi exportado pelo país; em 2018, o percentual foi de 36%. Nas Figuras 10 e 11, é apresentada a composição da cesta de exportações agrícolas para os dois anos.

Figura 10 – Exportações agrícolas do Brasil em 1998



Fonte: Atlas da Complexidade Econômica

Figura 11 – Exportações agrícolas do Brasil em 2018



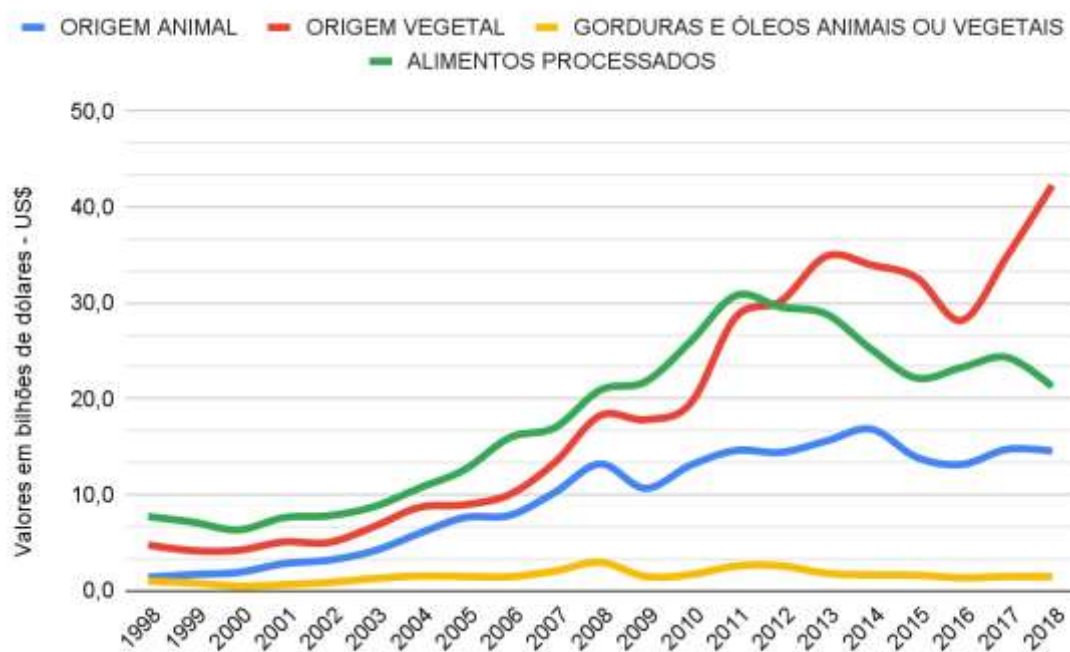
Fonte: Atlas da Complexidade Econômica

Analisando as figuras acima, é possível observar que a composição da cesta de produtos agrícolas exportados em 1998 era mais diversificada do que em 2018, período em que a exportação de grãos de soja representou um terço de todas as exportações agrícolas.

Para analisar a cesta de produtos exportados pelo setor e a complexidade desses produtos, o Atlas de Complexidade Econômica os categorizou em 4 grupos de produtos agrícolas: grupo 1 – produtos de origem animal; grupo 2 – produtos de origem vegetal; grupo 3 – gorduras e óleos animais ou vegetais; produtos do seu desdobramento; gorduras comestíveis fabricadas; ceras animais ou vegetais e grupo 4 – alimentos processados.

No Gráfico 11, abaixo, é possível identificar e comparar a evolução do volume de recursos exportados em cada um destes 4 grupos.

Gráfico 11 – Evolução do volume de exportações agrícolas brasileiras por grupo de produtos em US\$ (1998-2018)



Fonte: elaboração própria com base em The Atlas of Economic Complexity

O grupo 1, produtos de origem animal, tem uma trajetória positiva até 2008, e, desde então, nota-se uma estabilidade no volume de recursos exportados. Entre os anos de 2009 e 2018, a média anual de exportações brasileiras de produtos de origem animal foi de US\$ 11,7 bilhões. A redução do volume exportado em 2016 foi fortemente influenciada pelos problemas climáticos gerados pelo fenômeno *El Niño*, que atingiu praticamente todas as culturas.

O grupo 2, formado por produtos de origem vegetal, apresenta uma trajetória ascendente e, em 2018, era o grupo com maior volume de recursos exportados. A soja foi responsável por US\$ 33,2 bilhões das exportações nesse ano, o que representou 74,5% das

exportações do grupo 2. O grupo de produtos de origem vegetal exportou US\$ 4,7 bilhões em 1998 e, em 2018, esse volume foi de US\$ 42,2 bilhões.

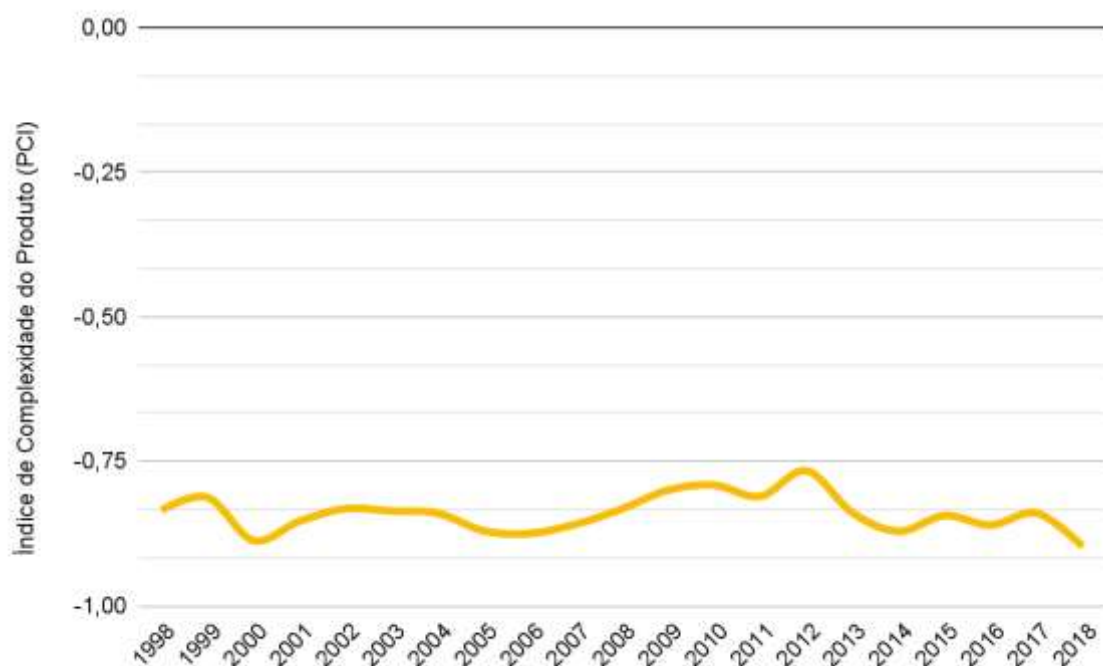
O grupo 3 – gorduras e óleos animais ou vegetais, produtos do seu desdobramento, gorduras comestíveis fabricadas e ceras animais ou vegetais – têm pouca representatividade na cesta de produtos exportados pelo Brasil em termos de volume de recursos quando comparado aos outros três grupos de produtos. Esse conjunto de produtos teve uma média de US\$ 1.5 bilhões em recursos exportados ao ano entre 1998 a 2018.

O grupo 4, formado por alimentos processados, foi o maior em valores exportados entre 1998 e 2011, chegando a um volume de exportação de US\$ 30,7 bilhões em 2011. Após esse período, o grupo apresentou um movimento descendente, com uma queda de aproximadamente 31% entre os anos de 2011 e 2018. Em 2018, o volume de recursos de alimentos processados exportados foi de US\$ 21,2 bilhões.

A complexidade econômica de um país está diretamente ligada à complexidade dos produtos que esse país exporta, e, partindo da constatação de que grande parte dos produtos exportados pelo Brasil são agrícolas, os PCIs desses produtos terão grande peso sobre o Índice de Complexidade Econômica do Brasil.

Ao longo do período estudado, os produtos agrícolas que compõem a pauta de exportações brasileiras foram se tornando menos complexos, devido à baixa complexidade e não ubiquidade desses produtos em relação aos demais produtos que compõem a cesta de exportações mundiais, tendo uma média geral de PCI de -0,84. O grau de sofisticação dos produtos agrícolas atingiu o melhor nível em 2012 com PCI = -0,76 e o pior desempenho em 2018, com PCI = -0,89, como mostra o Gráfico 12, construído a partir da média de todos os 201 produtos agrícolas que compõem a cesta de exportações brasileiras entre os anos de 1998 e 2018.

Gráfico 12 – Evolução do Índice de Complexidade dos Produtos (PCI) agrícolas (1998-2018)



Fonte: elaboração própria com base em The Atlas of Economic Complexity

Inicialmente, o resultado do índice causa estranheza, dado o conhecido progresso na produtividade agrícola do país desde 1970. Por isso, ressalta-se que o PCI é determinado pelo cálculo da diversidade média dos países que produzem um produto específico e a ubiquidade média dos outros produtos que esses países produzem.

Para visualizar a evolução do PCI, selecionaram-se seis produtos⁵⁴, com relativa importância na pauta de exportações nacionais, a fim de visualizar a evolução da complexidade desses produtos ao longo de 21 anos.

Os produtos foram apresentados conforme se segue: Gráfico 13 – carne suína⁵⁵, Gráfico 14 – carne de frango⁵⁶, Gráfico 15 – café⁵⁷, Gráfico 16 – grãos de soja⁵⁸, Gráfico 17 – óleo de soja⁵⁹ e Gráfico 18 – açúcar⁶⁰.

A carne suína fresca, congelada ou resfriada é a que apresenta melhor PCI. Em 2018, esse foi o 110º produto mais comercializado no mundo, representando 0,18% do

⁵⁴ Base de dados: Atlas da Complexidade Econômica

⁵⁵ HS-4: 0203

⁵⁶ HS-4: 0207

⁵⁷ HS-4: 0901

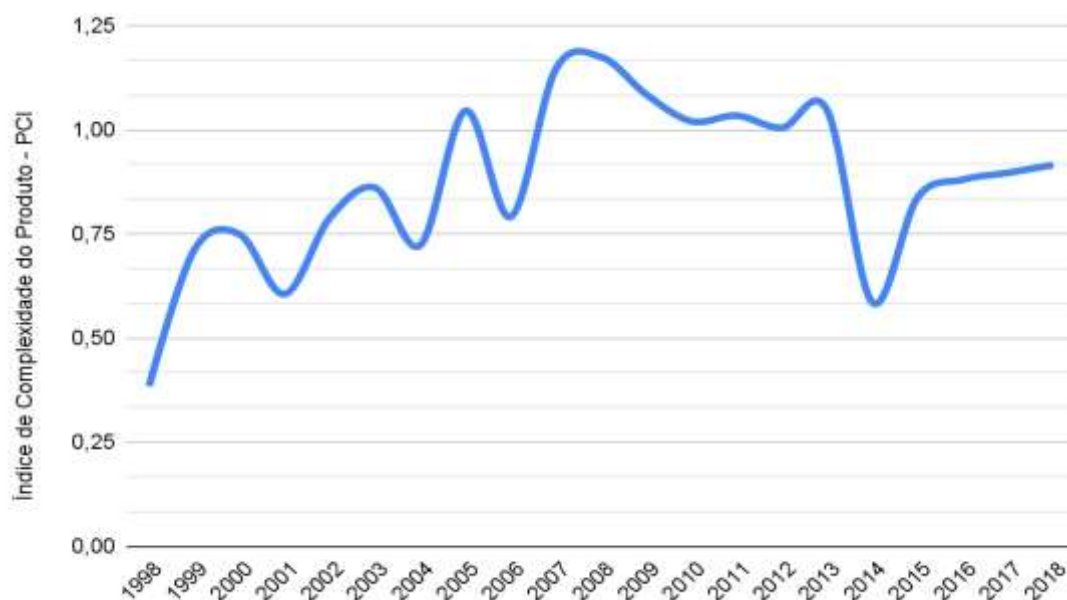
⁵⁸ HS-4: 1201

⁵⁹ HS-4: 1507

⁶⁰ HS-4: 1701

comércio mundial total e com maior índice de complexidade (PCI = 0,973) entre todos os produtos agrícolas exportados mundialmente – 210º no *ranking* de complexidade de produtos.

Gráfico 13 – Evolução do PCI - Carne suína (1998 - 2018)

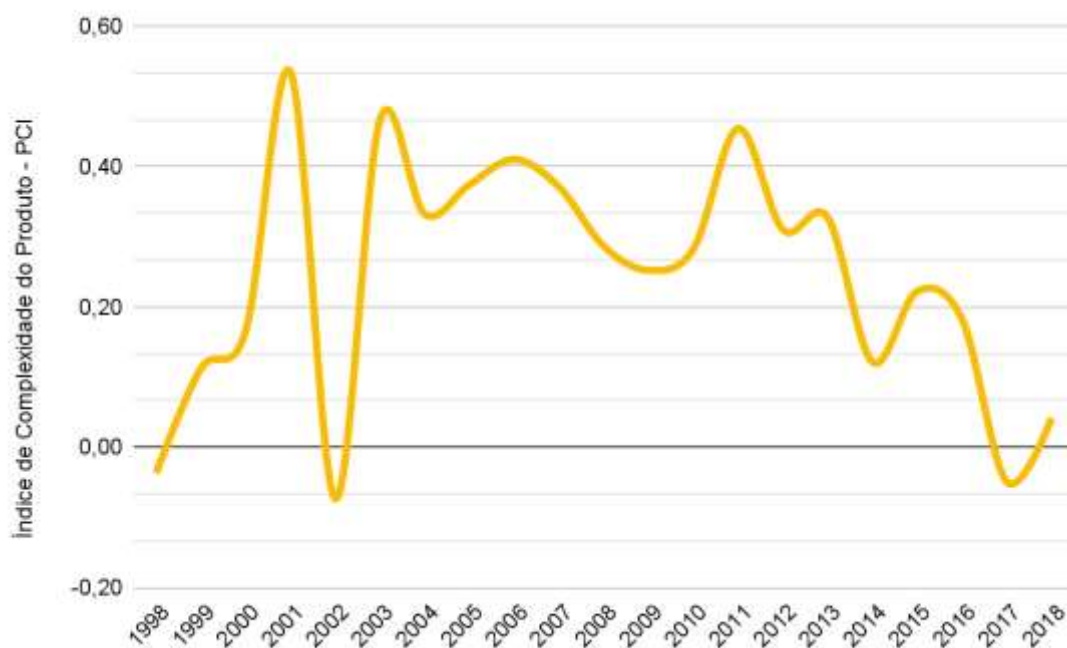


Fonte: elaboração própria com base em The Atlas of Economic Complexity

O PCI da carne suína apresenta uma trajetória de melhora na complexidade até o ano de 2008, com PCI = 1,17. Após esse período, o PCI teve uma redução, apresentando o valor de 0,58 em 2015. As variações de um ano para o outro são notáveis, já que o processo de produção não sofre a mesma variação de um ano para o outro. Tal variação pode ser explicada pelos dados que compõem a base de cálculo do PCI e pelo fato de a produção de produtos agrícolas ser altamente volátil.

O Gráfico 14 mostra a evolução do índice da complexidade das carnes de frango. O Brasil foi o maior exportador mundial do produto em 2018, tendo exportado um volume aproximado de US\$ 6,07 bilhões, 24,2% das exportações mundiais. Esse foi o 140º produto mais comercializado no mundo, representando 0,15% do comércio mundial de produtos.

Gráfico 14 – Evolução do PCI – Carnes comestíveis e miudezas de aves domésticas (frango) – (1998 - 2018)

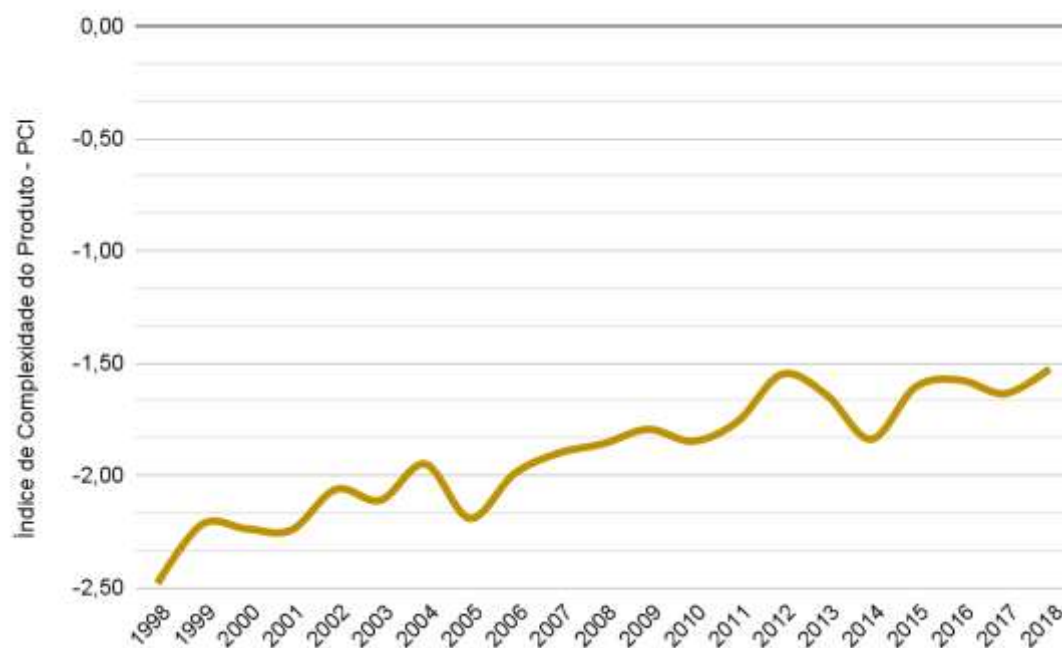


Fonte: elaboração própria com base em The Atlas of Economic Complexity

O PCI da carne de frango sofreu grande variação entre 2001 e 2003, com PCI = 0,53 em 2001, PCI = -0,07 em 2002 e PCI = 0,47 em 2003. Após esse período, o PCI decresceu, apresentando PCI = 0,0239 em 2018, ficando na 627ª posição no *ranking* de complexidade de produtos.

Em 2018, o café foi o 122º produto mais negociado do mundo, com uma negociação total de US\$ 30,8 bilhões. Sua comercialização representa 0,17% do comércio mundial total. Nesse mesmo ano, o Brasil foi o maior exportador mundial de café, com um volume total de US\$ 4,53 bilhões, 14,7% do total exportado mundialmente. O produto ocupou, em 2018, a 1096ª posição no *ranking* da complexidade (PCI = -1,37). O Gráfico 15 apresenta uma evolução ascendente do PCI do café no período entre 1998 e 2018. Trata-se de um produto de baixíssima complexidade econômica, com PCI = -2,48 em 1998 e PCI = -1,53 em 2018.

Gráfico 15 – Evolução do PCI - Café (1998 - 2018)



Fonte: elaboração própria com base em The Atlas of Economic Complexity

A soja em grãos, representada no Gráfico 16, ocupou, em 2018, a 1089ª posição no *ranking* da complexidade do produto (PCI=-1,34). Foi o 59º produto mais comercializado no mundo, com uma negociação total de US\$ 60,3 bilhões em 2018, 0,31% do total do comércio mundial total. O Brasil foi o maior exportador de soja em 2018, com um total de US\$ 33,2 bilhões exportados, 55% do total exportado mundialmente.

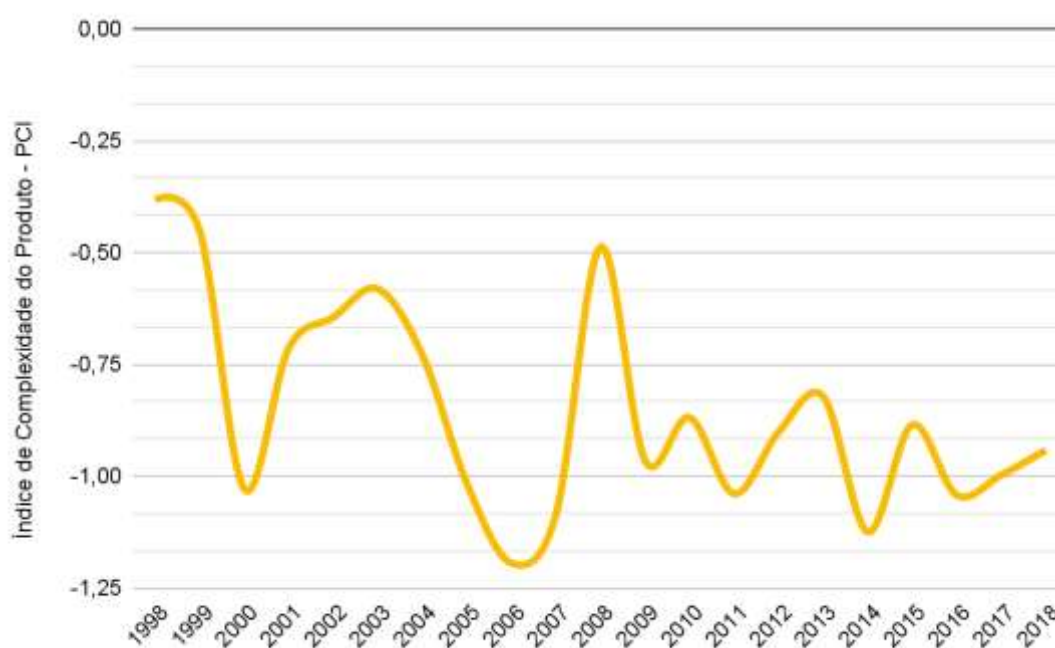
Gráfico 16 – Evolução do PCI - Grãos de soja (1998 - 2018)



Fonte: elaboração própria com base em The Atlas of Economic Complexity

O óleo de soja ocupou, em 2018, a 1002ª posição no *ranking* da complexidade do produto (PCI = -0,988) e teve uma negociação mundial de US\$ 8,99 bilhões, representando 0,049% do comércio mundial total. O Brasil exportou, em 2018, US\$ 1,03 bilhões, 11,5% do total exportado mundialmente. O PCI do óleo de soja variou bastante no período entre 1998 e 2018, conforme apresentado no Gráfico 17. Em 1998, o óleo de soja apresentou PCI = -0,38 e, em 2018, PCI = -0,94.

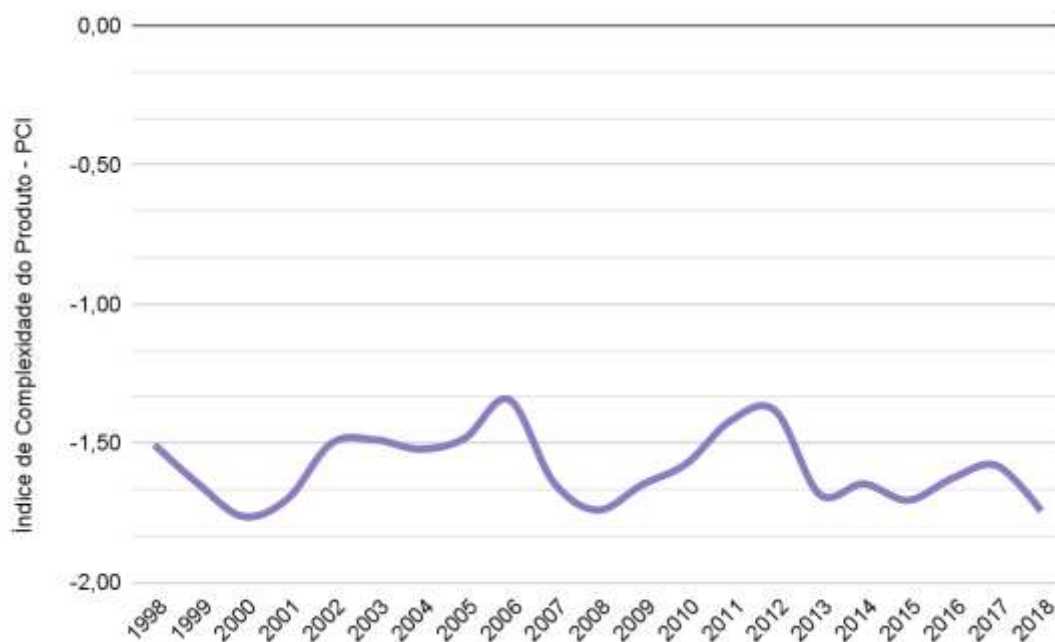
Gráfico 17 – Evolução do PCI – Óleo de soja (1998 - 2018)



Fonte: elaboração própria com base em The Atlas of Economic Complexity

O Gráfico 18 mostra que a complexidade econômica do açúcar foi a que mais oscilou entre os anos de 1998 e 2018, quando comparado com os outros produtos apresentados anteriormente. O açúcar bruto ocupou, em 2018, a 1153ª posição no *ranking* da complexidade do produto (PCI = -1,65). Mundialmente, a negociação desse produto foi de US\$ 24,9 bilhões, 0,12% do comércio mundial. O Brasil foi o principal exportador desse produto em 2018, tendo comercializado US\$ 6,73 bilhões, 27,1% do total exportado mundialmente.

Gráfico 18 – Evolução do PCI – Açúcar sólido de cana ou beterraba e sacarose quimicamente e pura (1998 - 2018)



Fonte: elaboração própria com base em The Atlas of Economic Complexity

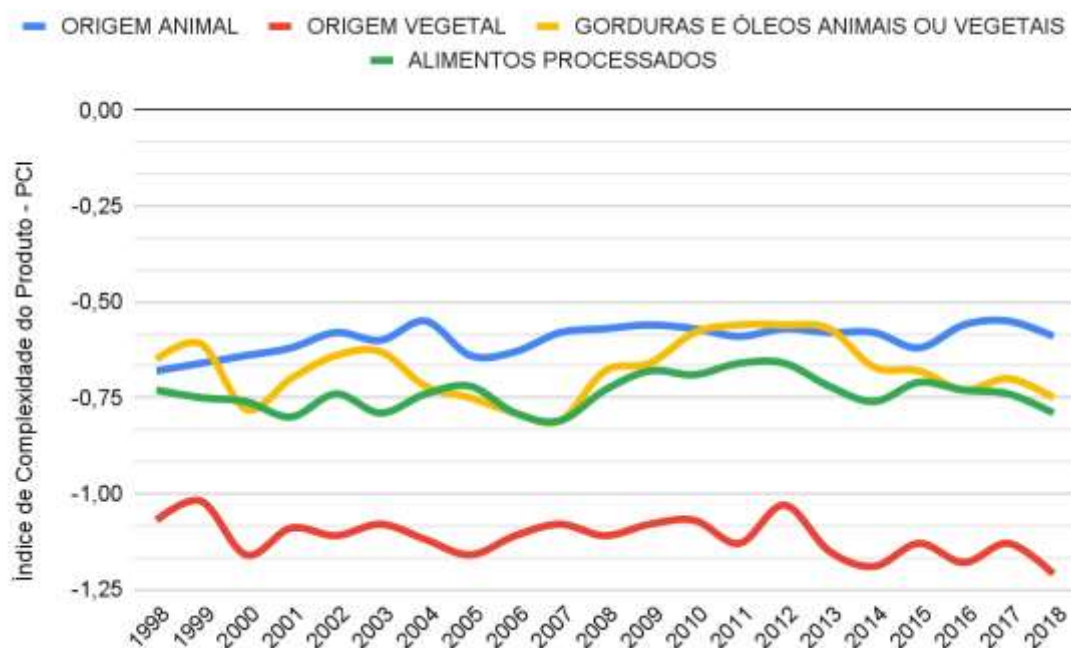
3.3.1 Os quatro grandes grupos de produtos da agricultura

A divisão dos produtos da agricultura em 4 grandes grupos se fez necessária para facilitar a visualização e análise da complexidade econômica. A seleção de produtos e grupos analisados teve, como fonte, o banco de dados do Atlas da Complexidade Econômica e do Observatório da Complexidade Econômica. Pela classificação de setores do HS⁶¹, são formados 21 grandes grupos contendo todos os produtos exportados mundialmente. Desses, quatro grandes grupos são de produtos agrícolas e foram divididos da seguinte forma: grupo 1 – produtos de origem animal; grupo 2 – produtos de origem vegetal; grupo 3 – gorduras e óleos animais ou vegetais, produtos do seu desdobramento, gorduras comestíveis fabricadas, ceras animais ou vegetais; grupo 4 – alimentos processados.

Tendo como fonte de dados o PCI do Atlas da Complexidade Econômica, o Gráfico 19 e o Gráfico 20, a seguir, apresentam a evolução dos produtos da agricultura classificados dentro dos 4 grandes grupos de produtos agrícolas. Os gráficos foram elaborados tendo como base a média do PCI de cada grupo nos anos analisados.

⁶¹ Mencionado anteriormente na seção 3.1.2, A complexidade produtiva, pág. 42.

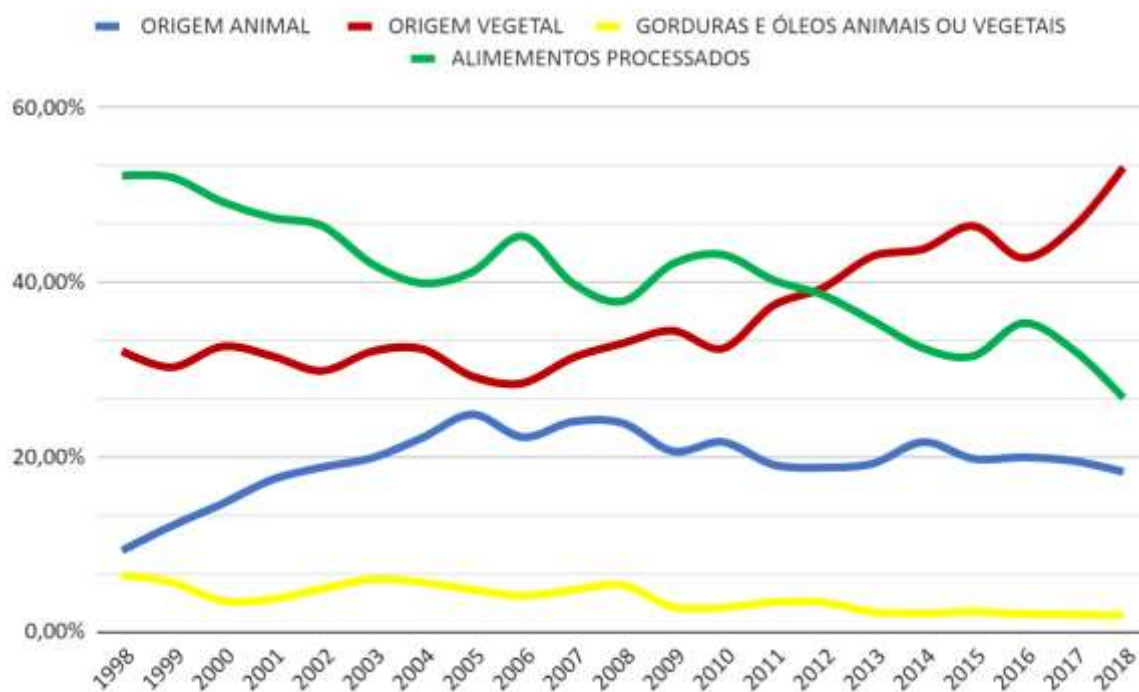
Gráfico 19 – Evolução do Índice de Complexidade do Produto por grupos de produtos da agricultura (1998-2018)



Fonte: elaboração própria com base em The Atlas of Economic Complexity

O grupo de produtos de origem animal (Grupo 1), foi o grupo com a melhor média do índice de complexidade entre os grupos de produtos agrícolas, com $PCI = -0,60$, apresentando $PCI = -0,68$ em 1998 e $PCI = -0,59$ em 2018. O grupo de produtos de origem vegetal (grupo 2) são os de mais baixa complexidade econômica, com uma média de $PCI = -1,11$. O grupo de gorduras e óleos animais ou vegetais, produtos do seu desdobramento, gorduras comestíveis fabricadas e ceras animais ou vegetais (grupo 3) oscilou no período entre $PCI = -0,81$ em 2007 e $PCI = -0,56$ em 2011 e 2012. O grupo de produtos processados (grupo 4) teve uma média de $PCI = -0,74$ nos 21 anos apresentados.

Gráfico 20 – Evolução da participação percentual por grupos de produtos da agricultura (peso) no total de recursos exportados pelo Brasil (1998-2018)



Fonte: elaboração própria com base em The Atlas of Economic Complexity

Conforme apresentado no gráfico acima, com o peso dos quatro grupos de produtos, a participação do grupo de alimentos processados na cesta de exportações agrícolas foi predominante até 2012, quando foi superada pelo grupo de produtos vegetais. Este grupo, por sua vez, teve um aumento de 60% no período analisado, sendo responsável por 53,18% das exportações agrícolas em 2018. O grupo de produtos processados sofreu uma queda de 51%. O grupo de gorduras e óleos animais ou vegetais, produtos do seu desdobramento, gorduras comestíveis fabricadas e ceras animais ou vegetais tem pouca representatividade na cesta de exportações brasileiras, com 6,44%, em 1998, o melhor percentual do grupo em toda a série. O grupo de produtos animais aumentou 51% entre os anos de 1998 e 2018, chegando a participar com 24% da cesta de exportações agrícolas em 2007. Apresenta-se, a seguir, o detalhamento de cada um.

3.3.1.1 Grupo 1 – Produtos de origem animal

O conjunto de produtos classificados como produtos de origem animal foi, entre os 21 grupos⁶², o 13º grupo de produtos com maior valor comercializado no mundo no ano de 2018, com um total de US\$ 375 bilhões, o que representou 2,09% das exportações mundiais naquele ano. Entre 1998 e 2018, as exportações de produtos de origem animal mais que triplicaram mundialmente, com um aumento que passou de US\$ 123 bilhões para US\$ 375 bilhões.

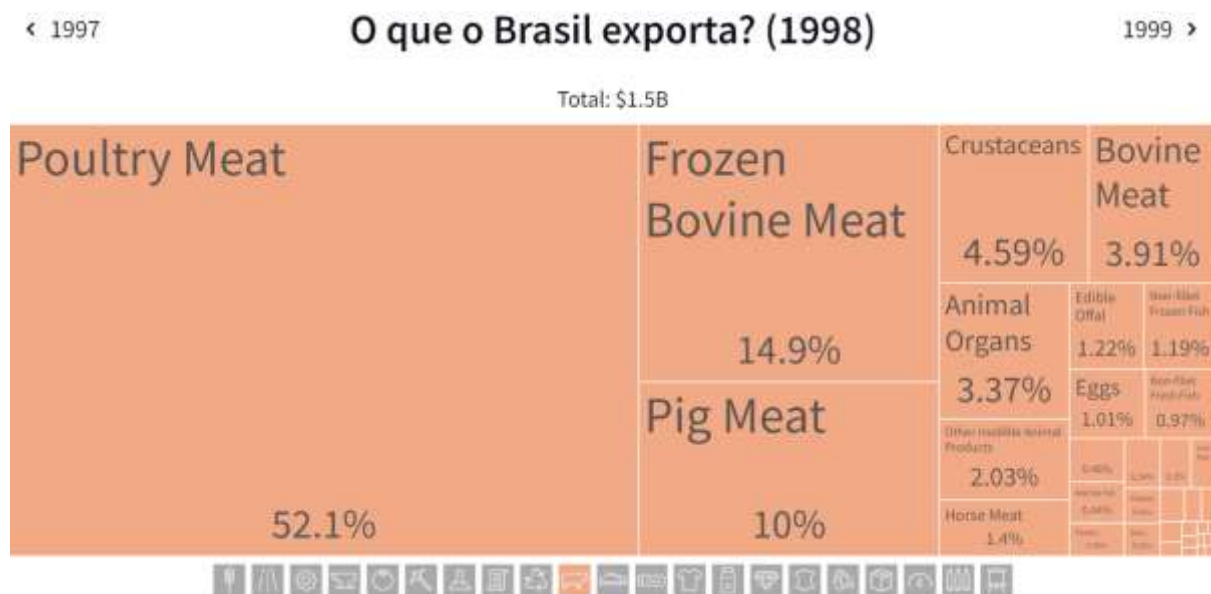
Em 2018, os principais exportadores de produtos de origem animal foram os Estados Unidos, com US\$ 29,5 bilhões exportados, o que representou 7,85% das exportações mundiais. Em segundo lugar, a Holanda, com US\$ 25 bilhões exportados ou 6,67%. A Alemanha exportou US\$ 23 bilhões em produtos de origem animal ou 6,12% e a Nova Zelândia exportou US\$ 17,2 bilhões ou 4,57%. O Brasil teve um aumento de quase dez vezes no total exportado entre os anos de 1998 e 2018, passando de US\$ 1,51 bilhões ou 1,22% do total exportado mundialmente em 1998 para US\$ 15,3 bilhões em 2018, ou 4,07% do total de exportações mundiais, sendo o quinto maior exportador mundial nesse grupo de produtos⁶³.

Nas Figuras 12 e 13 é possível comparar os principais produtos de origem animal exportados pelo Brasil nos anos de 1998 e 2018, bem como o percentual de produtos exportados em relação aos 44 produtos que compõem a cesta de exportações do grupo 1.

⁶² As 21 seções ou grandes grupos de produtos disponíveis no banco de dados da OEC são: 1. Produtos de origem animal; 2. Produtos de origem vegetal; 3. Gorduras e óleos animais ou vegetais, produtos do seu desdobramento, gorduras comestíveis fabricadas e ceras animais ou vegetais; 4. Alimentos processados; 5. Produtos minerais; 6. Produtos químicos; 7. Plásticos e borrachas; 8. Pele de animais; 9. Produtos de madeira; 10. Artigos de papel; 11. Textéis; 12. Calçados e acessórios para a cabeça; 13. Pedra e vidro; 14. Metais preciosos; 15. Metais; 16. Máquinas; 17. Transporte; 18. Instrumentos; 19. Armas; 20. Diversos; 21. Artes e antiguidades.

⁶³ Dados: <https://oec.world/>

Figura 12 – Produtos de origem animal exportados pelo Brasil em 1998⁶⁴



Fonte: The Observatory of Economic Complexity

Figura 13 – Produtos de origem animal exportados pelo Brasil em 2018⁶⁵



Fonte: The Observatory of Economic Complexity

3.3.1.2 Grupo 2 – Produtos de origem vegetal

O segundo grupo de produtos da agricultura, formado por 75 produtos de origem vegetal, comercializou mundialmente US\$ 524 bilhões no ano de 2018, sendo o 11º grupo de produtos com maior valor comercializado no mundo, o que representou 2,83% das exportações

⁶⁴ Disponível em: https://oec.world/en/visualize/tree_map/hs92/export/bra/all/show/1998/.

⁶⁵ Disponível em: https://oec.world/en/visualize/tree_map/hs92/export/bra/all/show/2018/.

mundiais. Entre 1998 e 2018, as exportações de produtos de origem vegetal passaram de US\$ 152 bilhões para US\$ 524 bilhões em produtos exportados pelo conjunto de países.

Em 2018, os principais exportadores de produtos de origem vegetal foram os Estados Unidos, com US\$ 65,2 bilhões exportados (12,4% das exportações mundiais), seguido pelo Brasil, com US\$ 44,5 bilhões exportados (8,5% das exportações mundiais). Nos 21 anos analisados (entre 1998 e 2018), o Brasil teve um aumento de quase oito vezes no total exportado, passando de US\$ 5,24 bilhões ou 3,45% do total exportado mundialmente em 1998 para US\$ 44,5 bilhões em 2018, ou 8,5% do total de exportações mundiais.

Nas Figuras 14 e 15, é possível comparar os principais produtos de origem vegetal exportados pelo Brasil nos anos de 1998 e 2018, bem como o percentual dos produtos exportados em relação à própria cesta de exportações do grupo 2.

Figura 14 – Produtos de origem vegetal exportados pelo Brasil em 1998⁶⁶



Fonte: The Observatory of Economic Complexity

⁶⁶ Disponível em: https://oec.world/en/visualize/tree_map/hs92/export/bra/all/show/1998/.

Figura 15 – Produtos de origem vegetal exportados pelo Brasil em 2018⁶⁷



Fonte: The Observatory of Economic Complexity

3.3.1.3 Grupo 3 – Gorduras e óleos animais ou vegetais, produtos do seu desdobramento, gorduras comestíveis fabricadas e ceras animais ou vegetais

Existem 26 produtos⁶⁸ classificados como gorduras e óleos animais ou vegetais, produtos do seu desdobramento, gorduras comestíveis fabricadas e ceras animais ou vegetais no Atlas da Complexidade, sendo esse o terceiro grande grupo de produtos agrícolas. Em 2018, foram negociados US\$ 110 bilhões produtos do grupo 3, fazendo com que ocupassem o 19º grupo com maior valor comercializado no mundo. Esse valor representou 0,55% das exportações mundiais. Entre 1998 e 2018, o valor de produtos exportados pelo conjunto de países passou de US\$ 32,6 bilhões para US\$ 110 bilhões.

Em 2018, os principais exportadores de produtos do grupo 3 foram a Indonésia (US\$ 25,1 bilhões), Malásia (US\$ 13,3 bilhões), Holanda (US\$ 5,94 bilhões), Espanha (US\$ 5,35 bilhões) e Argentina (US\$ 4,24 bilhões). Nos 21 anos analisados, o Brasil teve uma redução percentual em relação às exportações mundiais desses produtos, passando de US\$ 1,18

⁶⁷ Disponível em: https://oec.world/en/visualize/tree_map/hs92/export/bra/all/show/2018/.

⁶⁸ Os 26 produtos do grupo 3 – Gorduras e óleos animais ou vegetais, produtos do seu desdobramento, gorduras comestíveis fabricadas e ceras animais ou vegetais são: materiais vegetais usados para entrelaçar; materiais vegetais usados como estofamento; materiais vegetais usados em vassouras; produtos vegetais n.e.; gorduras de porco e de aves, processadas; gorduras de bovinos, ovinos e caprinos; óleo de banha, óleo de sebo etc.; óleos de peixe; graxa de lâ; outras gorduras e óleos animais; óleo de soja; óleo de amendoim; azeite; azeite, misturado; azeite de dendê; óleo de semente de girassol; óleo de coco e palmiste; óleo de colza, colza ou mostarda; outras gorduras e óleos vegetais; gorduras vegetais, hidrogenadas; margarina; gorduras e óleos animais ou vegetais, transformados; ácido esteárico; glicerol; ceras vegetais e cera de abelha; degreas e resíduos de cera.

bilhões ou 3,59% do total exportado mundialmente em 1998 para US\$ 1,52 bilhões em 2018, ou 1,37% do total de exportações mundiais.

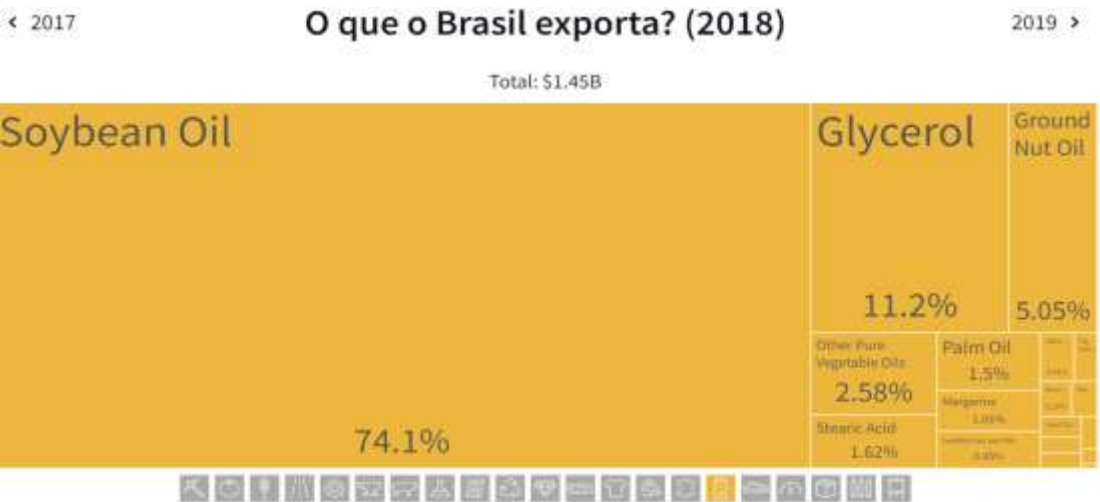
Nas Figuras 16 e 17, é possível comparar os principais produtos do grupo Gorduras e óleos animais ou vegetais, produtos do seu desdobramento, gorduras comestíveis fabricadas e ceras animais ou vegetais exportados pelo Brasil nos anos de 1998 e 2018, bem como o percentual dos produtos exportados em relação à própria cesta de exportações do grupo 3.

Figura 16 – Gorduras e óleos animais ou vegetais, produtos do seu desdobramento, gorduras comestíveis fabricadas e ceras animais ou vegetais exportados pelo Brasil em 1998⁶⁹



Fonte: The Observatory of Economic Complexity

Figura 17 – Gorduras e óleos animais ou vegetais, produtos do seu desdobramento, gorduras comestíveis fabricadas e ceras animais ou vegetais exportados pelo Brasil em 2018⁷⁰



Fonte: The Observatory of Economic Complexity

⁶⁹ Disponível em: https://oec.world/en/visualize/tree_map/hs92/export/bra/all/show/1998/.

⁷⁰ Disponível em: https://oec.world/en/visualize/tree_map/hs92/export/bra/all/show/2018/.

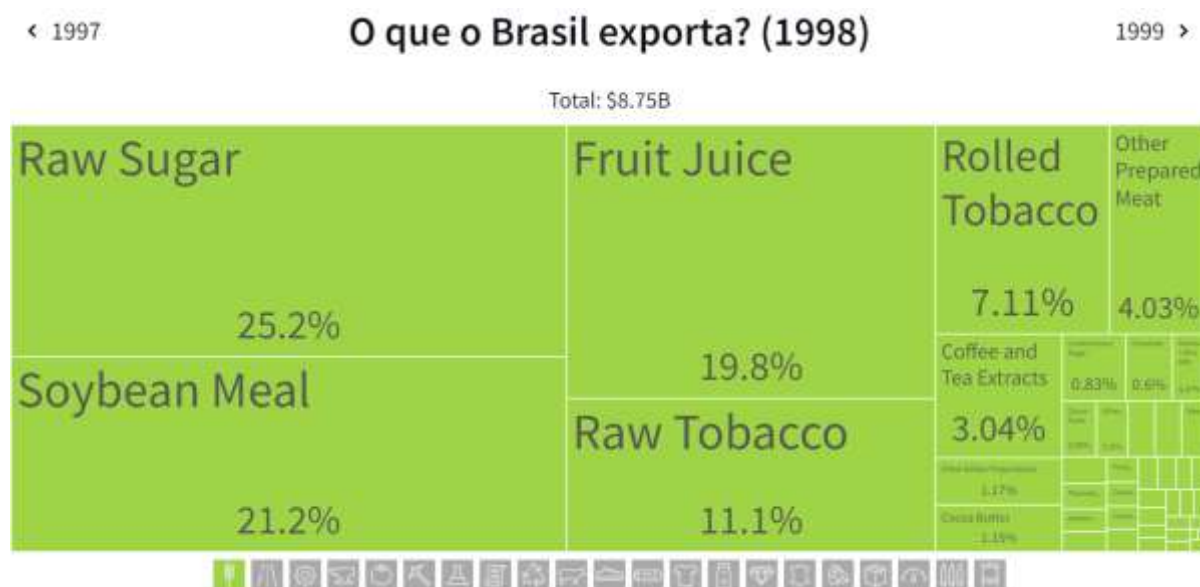
3.3.1.4 Grupo 4 – Alimentos processados

O último grupo de produtos agrícolas, grupo 4, é formado por 56 alimentos processados. O grupo comercializou mundialmente US\$ 627 bilhões no ano de 2018, sendo o 10º grupo de produtos com maior valor comercializado no mundo, o que representou 3,42% das exportações mundiais. Entre 1998 e 2018, as exportações de alimentos processados saltaram de US\$ 184 bilhões para US\$ 627 bilhões em produtos exportados pelo conjunto de países. O grupo de alimentos processados é o mais complexo e também o maior em valor em exportações dentre os quatro grupos de produtos da agricultura no ano de 2018.

Em 2018, os principais exportadores de alimentos processados foram: Estados Unidos (US\$ 46 bilhões), Alemanha (US\$ 44 bilhões), França (US\$ 38,4 bilhões), Holanda (US\$ 37,6 bilhões) e Itália (US\$ 30,8 bilhões). Nos 21 anos analisados, o Brasil dobrou o valor total exportado, mas teve uma queda do percentual em relação aos outros países exportadores, passando de US\$ 8,64 bilhões ou 4,7% do total de produtos exportados mundialmente em 1998 para US\$ 22,8 bilhões em 2018, ou 3,64% do total de exportações mundiais.

Nas Figuras 18 e 19, podem-se observar os principais alimentos processados exportados pelo Brasil nos anos de 1998 e 2018, bem como o percentual dos produtos exportados em relação à própria cesta de exportações brasileiras do grupo 4.

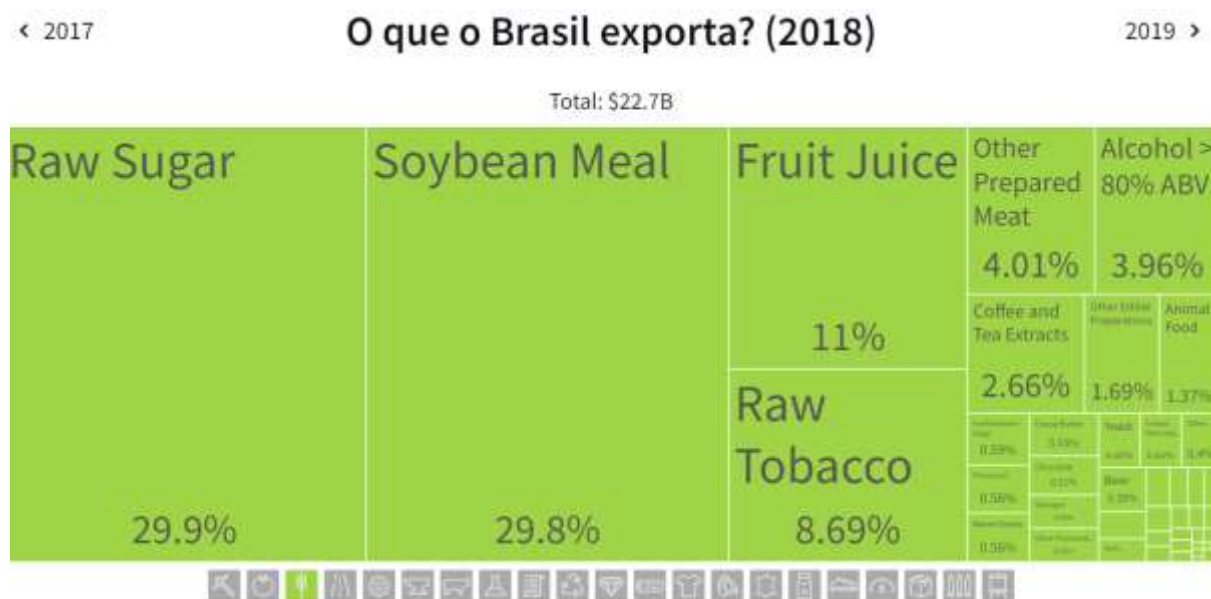
Figura 18 – Produtos alimentícios exportados pelo Brasil em 1998⁷¹



Fonte: The Observatory of Economic Complexity

⁷¹ Disponível em: https://oec.world/en/visualize/tree_map/hs92/export/bra/all/show/1998/.

Figura 19 – Produtos alimentícios exportados pelo Brasil em 2018⁷²



Fonte: The Observatory of Economic Complexity

Neste capítulo, foram apresentados os principais conceitos que envolvem a teoria da complexidade econômica, a estrutura das exportações nacionais dos 4 grandes grupos de produtos da agricultura, além de mostrar a complexidade econômica dos principais produtos que compõem essa cesta.

O próximo capítulo trará mais informações sobre como o Brasil se posiciona em relação à complexidade agrícola, com a apresentação do Índice de Complexidade da Agricultura e os resultados desse índice para o Brasil.

⁷² Disponível em: https://oec.world/en/visualize/tree_map/hs92/export/bra/all/show/1998/.

4 Índice da Complexidade Agrícola e os resultados para o Brasil

Neste capítulo será apresentada e explicada a metodologia utilizada para o desenvolvimento do Índice de Complexidade da Agricultura (ICA) Brasileira no período de 1998 a 2018. Além disso, serão apresentados e elucidados os resultados encontrados.

Inicialmente, diga-se que, com o objetivo de comparar a agricultura no Brasil ao longo dos últimos anos, analisaram-se, a partir do desenvolvimento e decomposição do ICA, os fatores que mais impactaram a complexidade econômica agrícola brasileira.

4.1 O Índice da Complexidade Agrícola Brasileira (ICA)

Nesta seção, intenta-se demonstrar o método teórico utilizado para fins de estruturação do Índice de Complexidade Econômica da Agricultura Brasileira.

Nesse desiderato, informa-se que o ICA é composto pelo Índice de Complexidade do Produto (PCI)⁷³, já calculado no Atlas de Complexidade Econômica, e também pelo peso (Pw) que esses produtos agrícolas possuem em relação ao total exportado pelo país.

A partir de uma *proxy* do PCI ponderado, construiu-se o Índice da Complexidade Agrícola, sendo este a soma da complexidade dos produtos da agricultura (PCI) ponderado por seu respectivo peso. Os pesos (Pw) são entendidos, para fins do estudo proposto, como a parcela do que cada produto possui no total agrícola exportado. Nesta estrutura, o Índice de Complexidade na Agricultura anual será dada por:

$$ICA_t = \sum_{i=1}^n PCI_{i,t} Pw_{i,t} \quad (1)$$

Onde ICA_t é a complexidade da agricultura no Brasil no ano t , $PCI_{i,t}$ é o Índice de Complexidade dos Produtos Agrícolas i no tempo t , onde $i=1 \dots, n$. e $Pw_{i,t}$ é o peso, percentual ou representatividade de um determinado produto i no total das exportações agrícolas em um ano t .

4.1.1 Decomposições do ICA e seus efeitos

A decomposição do ICA foi construída nesta dissertação a partir de uma variante do modelo quantitativo diferencial-estrutural mais conhecido como *shift-share*, com base na metodologia de McMillan e Rodrik (2011) e no artigo de McMillan *et al.*, (2017).

⁷³ O PCI de produtos da agricultura é composto por produtos com códigos do 01 ao 24 do HS-4 (sistema de codificação em 4 dígitos) do Atlas da Complexidade Econômica e EOC.

No ensaio de 2017, os autores se valeram das informações referentes a sete países em desenvolvimento que experimentaram rápido crescimento entre os anos de 1990 e 2010, por motivos diferentes. A amostra inclui o Brasil, Índia, Vietnã, Botswana, Gana, Nigéria e Zâmbia.

Em relação ao Brasil, segundo conclusão do estudo, apesar do grande crescimento nas duas décadas analisadas, a mudança estrutural exerceu um papel pequeno no desempenho recente do crescimento, sendo insuficiente para reduzir a lacuna de renda com os países avançados. Apesar disso, o país conta hoje com fundamentos muito melhorados do que nos anos anteriores a 1990, mas com um crescimento muito mais fraco e sustentado por uma mudança estrutural lenta.

O método *shift-share* é um excelente instrumento de sintetização de dados estatísticos por meio da decomposição do crescimento de uma dada variável, medida a nível regional, em diversos fatores que possam influenciar o seu comportamento (Rolim, 1999, p. 19). O *shift-share* parte da constatação empírica de que há diferenças setoriais e regionais nos ritmos de crescimento em um determinado período de tempo por existirem setores produtivos mais dinâmicos que outros e devido a diversos fatores específicos de uma região e que a fazem ter vantagem frente à economia global.

O modelo é utilizado em diagnóstico de desenvolvimento regional para formulação de políticas regionais de desenvolvimento, por meio da descrição do crescimento econômico de uma região nos termos de sua estrutura produtiva (Simões, 2005; Pospiesz *et al.*, 2010; Silva, 2002). Todavia, o método foi adaptado para a análise das dinâmicas setoriais agrícolas, sem vinculação a estudos regionais específicos.

A escolha do método *shift-share* para embasar a metodologia desta dissertação se deu por este “possuir uma variação formal comumente utilizada para trabalhos focalizados na identificação de fontes de crescimento, desempenho e indicadores de modernização agrícola e agropecuária” (Simões, 2005, p. 12).

Para desenvolver o presente trabalho, foi realizada a manipulação dos componentes do ICA por meio da decomposição do índice em dois componentes: efeito interno e efeito estrutural. O motivo da perspectiva da decomposição sob esses dois efeitos será elucidado na próxima seção.

4.1.2 Decomposição em dois efeitos: efeito interno e efeito estrutural

A partir do modelo de decomposição difundido por McMillan *et al.* (2017), buscou-se desenvolver um modelo simplificado, estabelecendo os componentes internos e estruturais formados pelos fatores que determinam a variação do ICA.

Sob essa perspectiva, o crescimento econômico deve acontecer de forma conjunta sob o efeito interno e efeito estrutural. O crescimento dentro dos setores, com o avanço da complexidade (efeito interno), tem como desafio o acúmulo de *know-how* necessário para gerar crescimento sustentado de produtividade, com o desenvolvimento do capital humano e das instituições de forma a impulsionar os níveis de renda a longo prazo. Para fins desta dissertação, o crescimento dentro dos setores será interpretado como efeito interno, fruto do aumento da produção agrícola com foco em produtos com maior complexidade econômica.

Já o deslocamento de setores de atividades com baixa complexidade na agricultura tradicional para a especialização em produtos com maior complexidade agrícola, os quais tendem a crescer mais do que média, pode ser interpretado como uma evolução do fluxo e, nesta dissertação, será chamado de efeito estrutural.

No artigo de McMillan *et al.* (2017), a análise dos componentes dentro do setor e efeito estrutural foram voltadas para a produtividade no trabalho. Assim como no artigo de McMillan *et al.* (2017), pretende-se analisar os fatores efeito interno e efeito estrutural; porém, a análise aqui proposta tem como objetivo avaliar qual dos dois fatores mais impactou a evolução da complexidade econômica agrícola de 1998 a 2018.

Dados os distintos padrões e visões teóricas sobre as vias do crescimento econômico, priorizando o efeito interno ou o efeito estrutural, e esperando obter como resultado como se deu a variação da complexidade econômica da agricultura nacional no período proposto, a decomposição da variação absoluta foi realizada nesta dissertação tendo por base dois decênios – 1998 a 2008 e 2008 a 2018.

No modelo de decomposição proposto aqui, em uma primeira etapa, o índice foi decomposto utilizando-se todos os 201 produtos da agricultura que compõem a cesta de exportação nacional. A decomposição agregada tem por objetivo descobrir a principal causa da mudança de complexidade: o efeito da mudança estrutural ou o efeito interno. Em relação a este efeito, buscou-se descobrir a importância da variação do índice de complexidade da agricultura de cada produto agrícola em relação à variação total da cesta de *commodities*, ou seja, a importância relativa da variação do PCI de cada produto.

Como forma de demonstrar o segundo efeito – qual seja, estrutural –, foi realizada a quantificação das variações ocorridas na complexidade econômica da agricultura brasileira por uma mudança estrutural, isto é, a variação foi motivada por uma mudança na importância desse produto, seu peso em relação às exportações de produtos agrícolas.

Com isso, foi possível avaliar a contribuição da mudança estrutural, isto é, da variação no peso de cada produto na cesta dos produtos que compõem o Índice de Complexidade da Agricultura.

Dessa forma, e seguindo a metodologia de McMillan *et al.* (2017), a decomposição da variação do Índice de Complexidade da Agricultura no tempo $t - k$ (ICA_t) pode ser escrita como:

$$\Delta ICA_t = \sum_{i=1}^n (Pw_{i,t-k} \cdot \Delta PCI_{i,t}) + \sum_{i=1}^n (\Delta Pw_{i,t-k} \cdot PCI_{i,t}) + \sum_{i=1}^n (\Delta Pw_{i,t-k} \cdot \Delta PCI_{i,t}) \quad (2)$$

O primeiro termo, $\sum_{i=1}^n (Pw_{i,t-k} \cdot \Delta PCI_{i,t})$, da decomposição é a soma ponderada da evolução da complexidade dentro do setor agrícola, em que os pesos são a parcela do produto de cada setor exportada no início do período. Como resultado, tem-se o efeito da variação interna e o impacto da mudança da variação de complexidade dos produtos, PCI, na variação da complexidade do setor agrícola entre um ano e outro ano em valores absolutos. Chamar-se-á esse primeiro termo de efeito interno da complexidade da agricultura. O efeito interno captura quanto do crescimento geral da complexidade da agricultura pode ser atribuído a mudanças dentro do setor.

Ao passo que o segundo termo da equação, $\sum_{i=1}^n (\Delta Pw_{i,t-k} \cdot PCI_{i,t})$, captura o efeito que a variação estrutural, participação dos produtos agrícolas na pauta de exportações, teve na evolução da complexidade da agricultura entre um ano e outro ano em valores absolutos. Esse segundo termo será denominado efeito estrutural. Ele captura quanto da variação do Índice de Complexidade da Agricultura pode ser atribuído a melhorias na estrutura produtiva agrícola.

O terceiro termo da equação, $\sum_{i=1}^n (\Delta Pw_{i,t-k} \cdot \Delta PCI_{i,t})$, será desconsiderado na decomposição. Ele reflete a mudança cruzada entre a mudança interna e a mudança estrutural. Dado que este termo pode ser positivo, negativo ou nulo e por ser uma variação residual, na qual os valores tendem a se compensar, decidiu-se simplificar a equação de decomposição e

desprezar seus valores, uma vez que a interpretação do terceiro termo, além de ser complexa não agrega ao resultado pretendido para este estudo.

Considerando que o primeiro e segundo termo da equação $\sum_{i=1}^n (Pw_{i,t-k} \cdot \Delta PCI_{i,t})$ e $\sum_{i=1}^n (\Delta Pw_{i,t-k} \cdot PCI_{i,t})$ irão mensurar os efeitos interno e estrutural da complexidade da agricultura de determinado produto i no tempo t , a soma dos dois termos das decomposições acima irá esclarecer como variou o Índice de Complexidade Agrícola ao longo dos anos de 1998 e 2018.

4.2 Resultados do ICA para o Brasil

Para avançar na análise da evolução do Índice de Complexidade Agrícola e descobrir os fatores que mais o impactaram, foi realizada a sua decomposição, mediante a análise das variações das taxas comparativas de seu crescimento, mais conhecida como modelo *shift share*, como exposto a seguir.

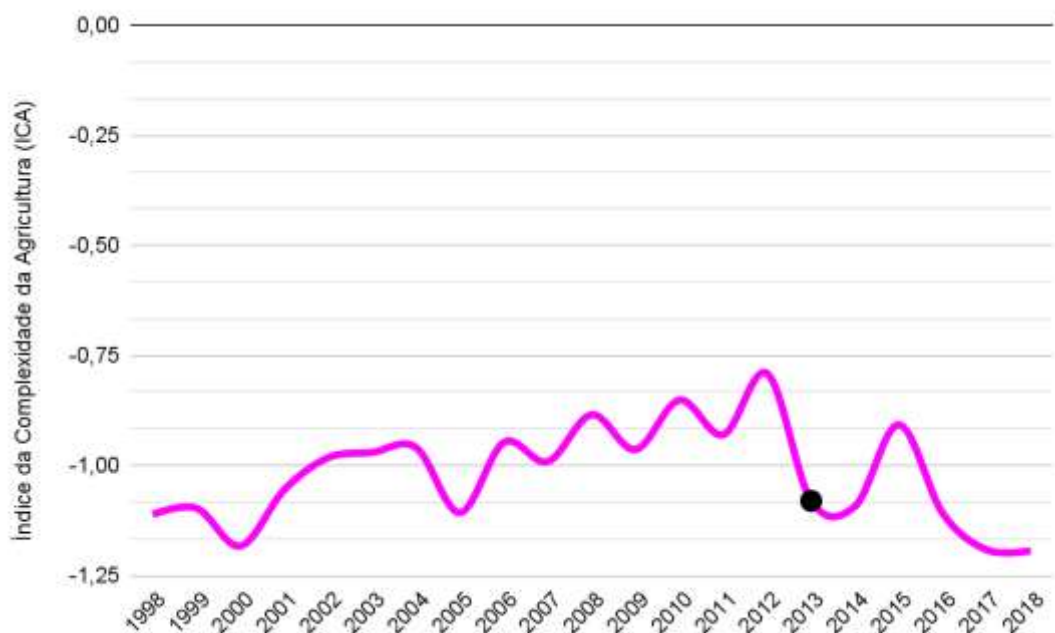
Na sequência, foi realizada a decomposição da variação absoluta do ICA para mensurar o efeito interno e efeito estrutural como fatores que mais impactaram a complexidade econômica agrícola brasileira. Os resultados serão apresentados em tabelas e gráficos, com o objetivo, em um primeiro momento, de comparar a evolução dos dados ao longo do período estudado.

Com a análise dos dados, foi possível perceber como se deu a evolução do valor adicionado da agricultura de forma consolidada. O período escolhido para demonstrar e descrever como se deu a evolução do setor agrícola pelo método da decomposição de fatores foi de dois decênios, 1998-2008, 2008-2018.

Como mostrado na seção 4.1, o Índice da Complexidade da Agricultura Brasileira (ICA) é formado pelo volume de exportações (Gráfico 11) e pela complexidade dos produtos da agricultura (Gráfico 12 e Gráfico 19), além do peso que cada um desses produtos representa na cesta de exportações.

Os dois fatores, volume de exportações e PCI, evoluíram de forma distinta globalmente e também em cada grupo de produtos agrícolas. Após a manipulação algébrica desses fatores, tem-se como resultado a evolução do Índice da Complexidade da Agricultura Brasileira, conforme apresentado graficamente a seguir.

Gráfico 21 – Evolução do Índice de Complexidade da Agricultura Brasileira (ICA) (1998-2018)



Fonte: elaboração própria com base em The Atlas of Economic Complexity

De 1998 a 2012, existe uma alternância na evolução do ICA, mas com característica ascendente. Entre 2012 e 2013, o ICA apresentou uma redução de 26,77%. Há também uma recuperação entre 2013 e 2014 e, após esse período, o ICA decresce novamente. O Índice de Complexidade da Agricultura atingiu o melhor valor em 2012, PCI = -0,79 e o valor mais baixo em 2017 e 2018 com PCI = -1,19. Essa redução de complexidade a partir de 2012 pode ser explicada pelo aumento do volume de exportações de grãos de soja, aves e milho.

4.2.1 Resultados da Complexidade Econômica da Agricultura Brasileira – decomposição da variação absoluta

A partir do resultado da variação do ICA dentro de cada período analisado, foi realizada a decomposição dos fatores com a aplicação das fórmulas da decomposição para mensurar os efeitos interno e estrutural para cada um dos 201 produtos agrícolas. A soma do total encontrado na aplicação das duas decomposições mensurou qual dos dois fatores mais influenciaram a evolução do ICA entre os anos analisados. Assim, o resultado da soma das duas decomposições será sempre idêntico à variação do índice de complexidade da agricultura entre um ano e outro ano analisados.

A Tabela 1 mostra o resultado da variação absoluta do ICA e o percentual de participação dos dois efeitos, interno e estrutural, entre os anos de 2008 e 1998. Em 1998, o Índice de Complexidade da Agricultura no Brasil era de ICA = -1,08 melhorando em 2008 com

o ICA = -0,88. Essa melhora refletiu no resultado positivo na variação absoluta do ICA entre 2008 e 199, com variação total de ICA=0,204.

Tabela 1 – Variação absoluta do ICA por decomposição dos fatores e contribuição percentual para a variação absoluta (2008-1998)

VARIAÇÃO ABSOLUTA DO ICA POR DECOMPOSIÇÃO DE FATORES E PERCENTUAL			
FATORES DETERMINANTES DA VARIAÇÃO DO ICA	DECOMPOSIÇÃO 2008-1998		CONTRIBUIÇÃO % DOS FATORES PARA A VARIAÇÃO ABSOLUTA
MUDANÇA INTERNA	$\sum_{i=1}^n (Pw_{i,t-k} \cdot \Delta PCI_{i,t})$	0,051	25%
MUDANÇA ESTRUTURAL	$\sum_{i=1}^n (\Delta Pw_{i,t-k} \cdot PCI_{i,t})$	0,152	75%
VARIAÇÃO TOTAL	Var ICA	0,204	100%

Fonte: elaborado pela autora

Na primeira década estudada, de 1998 e 2008, observou-se uma variação positiva de 0,204 em termos absolutos. O efeito da mudança estrutural foi mais representativo do que o efeito da mudança interna gerada pela alteração da complexidade econômica dos produtos agrícolas. A mudança interna representou 25% da variação percentual do ICA, enquanto a mudança estrutural foi responsável por 75% da variação absoluta do ICA.

A mudança estrutural tem como foco mover recursos de atividades tradicionais de baixa complexidade para atividades agrícolas de maior valor agregado e proporcionar uma diversificação da agricultura com consequente aumento da competitividade internacional.

No segundo período analisado, de 2008 e 2018, houve uma inversão na contribuição dos fatores na variação do ICA, apresentando um resultado negativo para a variação absoluta do índice igual a ICA = -0,309. A mudança interna contribui com -0,164 da variação do ICA e o efeito estrutural foi responsável por -0,145 da variação do ICA no período. Em 2008, o Índice de Complexidade da Agricultura no Brasil era de ICA = -0,88, mas piorou em 2018, com o ICA = -1,19. Essa piora refletiu no resultado negativo na variação absoluta do ICA entre 2018 e 2008.

Tabela 2 – Variação absoluta do ICA por decomposição dos fatores e contribuição percentual para a variação absoluta (2018-2008)

VARIAÇÃO ABSOLUTA DO ICA POR DECOMPOSIÇÃO DE FATORES E PERCENTUAL			
FATORES DETERMINANTES DA VARIAÇÃO DO ICA	DECOMPOSIÇÃO 2018-2008		CONTRIBUIÇÃO % DOS FATORES PARA A VARIAÇÃO ABSOLUTA
MUDANÇA INTERNA	$\sum_{i=1}^n (Pw_{i,t-k} \cdot \Delta PCI_{i,t})$	-0,164	53%
MUDANÇA ESTRUTURAL	$\sum_{i=1}^n (\Delta Pw_{i,t-k} \cdot PCI_{i,t})$	-0,145	47%
VARIAÇÃO TOTAL	Var ICA	-0,309	100%

Fonte: elaborado pela autora

Nesse período, a mudança interna, ou seja, a mudança associada à variação no PCI foi responsável por 53% da variação total do índice de complexidade da agricultura e teve mais influência na variação absoluta do ICA. A mudança estrutural representou 47% do total da variação do ICA, sendo esse o percentual associado ao peso dos setores de produtos nas exportações.

Até o ano de 2012, o grupo formado por alimentos processados era o grupo de produtos com maior participação percentual em nossa cesta de exportações (Gráfico 20, pág. 58). Após 2012, o grupo de alimentos vegetais, grupo de PCI mais baixo, aumentou significativamente o percentual de exportações nacionais. Esse resultado confirma a contribuição dos fatores encontrados da decomposição de *shift share*, em que a mudança estrutural foi predominante no primeiro período analisado (1998-2008), mas sofreu uma inversão, e a mudança interna passou a ser o fator que mais influenciou a variação do ICA.

A partir de 2008, a pauta de exportações não sofreu grande alteração; o que ocorreu foi que, ao longo do período entre 2008 e 2018, os produtos exportados pelo Brasil foram se tornando menos complexos, dado que o PCI é um índice relativo.

5 Considerações finais

O presente estudo teve como objetivo analisar de que maneira evoluiu a complexidade econômica no setor agrícola brasileiro entre anos de 1998 e 2018, buscando responder às seguintes perguntas norteadoras: (i) Como evoluiu a complexidade econômica na agricultura brasileira e (ii) Quais foram os fatores que mais contribuíram para essa evolução.

A agricultura brasileira vive um paradoxo, com um aumento extraordinário da produtividade em meio a uma regressão da sua complexidade produtiva, como uma especialização regressiva. Inicialmente, verificou-se, desde 1998, uma queda na complexidade dos produtos da economia agrícola, demonstrando que, apesar do aumento da produtividade, o Brasil está involuindo nesse setor. A piora da complexidade econômica agrícola do Brasil tem sido impulsionada pela falta de diversificação das exportações, formada principalmente por produtos de baixo valor agregado.

Apesar de a produtividade agrícola se refletir em menor custo dos produtos, esse fator não tem impactos na elasticidade de renda, situação oposta ao que ocorre com produtos mais complexos, em que a competitividade se dá pelo *know-how* envolvido na produção.

O país tem aumentado as exportações de *commodities* em termos absolutos; no entanto, a ausência de inovação e competitividade de produtos agrícolas mais complexos resulta na perda de receitas e na redução de empregos de qualidade. É o mercado que determina a demanda de exportações agrícolas – e exporta o setor que tem poder de competição.

A atuação do estado foi fundamental para o histórico de desenvolvimento econômico na história recente do Brasil. Foi constatada uma mudança estrutural no início do período estudado (1998-2008). É sabido que o caminho para o desenvolvimento passa pelo desenvolvimento estrutural, e o impacto deste no crescimento da produtividade representou um importante papel na economia agrícola nacional, colocando-a na condição de renda média. O país, todavia, confiou fortemente na mudança de produtividade dentro do setor, resultando em ganhos mínimos para a mudança interna. O nível de capacidade tecnológica inovadora do setor ainda é insuficiente para competir com produtos agrícolas mais complexos frente a economias mais avançadas.

Políticas públicas com o enfoque de aumentar a complexidade no setor agrícola brasileiro – ou até mesmo reduzir a perda desse fator – se fazem necessárias, a fim de conter danos a longo prazo. Os produtos nacionais têm se mostrado menos dinâmicos no mercado internacional; portanto, o enfoque na mudança estrutural deve necessariamente ocorrer, como

forma de apoio para que produtores direcionam sua produção a produtos mais complexos. Esse aumento da complexidade pode ser conquistado com políticas públicas voltadas para pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) focados em produtos agrícolas complexos.

A metodologia da complexidade econômica é relativamente recente e focada principalmente na análise da indústria. A bibliografia relacionada à complexidade econômica agrícola é, atualmente, bastante escassa, o que se constituiu em um fator limitante ao estudo.

Outra dificuldade encontrada durante a elaboração deste estudo relaciona-se à metodologia, uma vez que os resultados tanto da fórmula $\sum_{i=1}^n (Pw_{i,t-k} \cdot \Delta PCI_{i,t})$ como de $\sum_{i=1}^n (\Delta Pw_{i,t-k} \cdot PCI_{i,t})$ podem ser positivos, negativos ou nulos, além de poderem ser positivos como resultado da multiplicação de dois números negativos, o que dificultou as interpretações e conclusões. Desta forma, o método presta-se mais a análises agregadas.

Considerando os resultados obtidos e as dificuldades encontradas, bem como a relevância de estudos mais profundos sobre tema, e dada a importância do setor agrícola para a economia do país, sugerem-se estudos futuros aprofundando o debate sobre a complexidade agrícola do país, tanto por meio de análise e indicação de produtos com maior capacidade de conexão com produtos mais complexos no *Product Space* agrícola brasileiro quanto pela formulação de métodos mais específicos de análise para o setor.

Apesar das dificuldades encontradas no presente estudo, esta dissertação contribuiu com o estudo da Complexidade Econômica Agrícola no Brasil ao decompor a evolução dessa complexidade. Demonstrou que, até 2008, a agricultura era influenciada por mudanças estruturais e que, após esse período, a agricultura esteve associada a mudanças internas, envolvendo perda de complexidade dos produtos agrícolas exportados, desenhando, assim, um panorama inédito na área.

Referências Bibliográficas

- ALENCAR, J.; FREITAS, E.; ROMERO, J.; BRITTO, G. Complexidade econômica e desenvolvimento: uma análise do caso latino-americano. **Novos estudos CEBRAP** [on-line], 2018, v. 37, n. 2, p. 247-271. Disponível em: <https://doi.org/10.25091/S01013300201800020005>. Acesso em: 11 out. 2021. ISSN 1980-5403. <https://doi.org/10.25091/S01013300201800020005>.
- ALVES, E.; CONTINI, E.; GASQUES, J. G. Evolução da produção e produtividade da agricultura brasileira. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. (Ed.). **Agricultura tropical**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v. 1, p. 67-100. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1061204/1/EvolucaoDaProducao.pdf>
- ALVES, E.; SOUZA, G. S.; ROCHA, D. P. Lucratividade da agricultura. **Revista Política Agrícola**, ano XXI, n. 2, abr./maio/jun. 2012.
- AMITRANO, C. **A problem-driven approach to complexity, public policy and economic growth**. Building State Capability (BSC) program at Harvard's Center for International Development, 2020. Disponível em: <https://buildingstatecapability.com/2020/12/29/a-problem-driven-approach-to-complexity-public-policy-and-economic-growth/> Acesso em: 17 jan. 2021.
- BALASSA, B. The purchasing power parity doctrine: a reappraisal. **Journal of Political Economy**, dezembro, 1964, p. 584-596.
- BALSADI, Otavio Valentim; DEL GROSSI, Mauro Eduardo. Labor and employment in brazilian northeastern agriculture: a look at the 2004-2014 period. **Revista de economia e sociologia rural**, v. 56, p. 19-34, 2018.
- BANCO DO BRASIL. Evolução histórica do crédito rural. **Revista de Política Agrícola**, Ano XIII, n. 4, p.10-17, out./dez. 2004.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Matriz de dados do Crédito Rural**. Relatórios diversos. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/micrrural>
- BISANG, R.; ANLLÓ, G.; CAMPI, M. Claves para repensar el agro argentino. Buenos Aires: Eudeba, 2013.
- BRASIL. **Lei nº 4829, de 05 de novembro de 1965**. Institucionaliza o crédito rural. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4829.htm#:~:text=LEI%20No%204.829%2C%20DE%205%20DE%20NOVEMBRO%20DE%201965&text=Institucionaliza%20o%20cr%C3%A9dito%20rural.&text=Art.,o%20bem%20Destar%20do%20povo.
- BRESSER-PEREIRA, Luiz Carlos. **Desenvolvimento, progresso e crescimento econômico**. Lua Nova, São Paulo, 2014.

CASAÚ GUIRAO, M. A.; NOGUEIRA-MÉNDEZ, P. Desarrollo agrario y complejidad económica: estudio de caso de una empresa agrícola de Murcia, España. **Cuadernos de Desarrollo Rural**, v. 14, n. 80, 2017.

<https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/desarrolloRural/article/view/20835>

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectivas para a Agropecuária**, v. 4 – safra 2016/17 – Brasília, setembro 2016.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectivas para a Agropecuária**, v. 9 – safra 2021/22 – Brasília, agosto 2021.

DAVIS, John H.; GOLDBERG, Ray A. **A concept of agribusiness**. Boston: Harvard University Graduate School of Business Administration, 1957

FEIX, R.; COLUSSI, J.; STEFANI, R.; ZAWISLAK, P. How sophisticated is Brazilian agribusiness? An exploratory analysis based on an economic complexity approach. *In: Anais do IV Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação*. São Paulo: Blucher, 2019. p. 53-71. ISSN 2357-7592, DOI 10.5151/iv-enei-2019-1.1-038.

FUGLIE, K.; WANG, S.; BALL, V. (Orgs.). **Productivity growth in agriculture an international perspective**. Washington: Cabi, 2012.

FURTADO, Celso. **Formação econômica do Brasil**. RJ: Fundo de Cultura, 1959.

GALA, Paulo; ROCHA, Igor; MAGACHO, Guilherme. The structuralist revenge: economic complexity as an important dimension to evaluate growth and development. **Brazilian Journal of Political Economy**, v. 38, n. 2, p. 219-236, 2018. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31572018000200219&lng=en&nrm=iso

GALA, P. **Complexidade econômica: uma nova perspectiva para entender a antiga questão da riqueza das nações**. 1. ed. Rio de Janeiro: Contraponto Editora, 2020.

GASQUES, J. G.; BACCHI, M. P. R.; RODRIGUES, L.; BASTOS, E. T.; VALDEZ, C. Produtividade da agricultura brasileira: a hipótese da desaceleração. *In: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Orgs.) Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade*. Brasília: Ipea, 2016, p. 143-163, cap. 5.

GASQUES, J. G.; BACCHI, M. P. R.; BASTOS, E. T. Crescimento e produtividade da agricultura brasileira de 1975 a 2016. **Carta de Conjuntura**, n. 38. Brasília: Ipea, 2018.

HAUSMANN, R.; HIDALGO, C. A.; BUSTOS, S.; COSCIA, M.; CHUNG, S.; JIMENEZ, J.; SIMÕES, A.; YILDIRIM, M.A. O atlas da complexidade econômica: mapeando caminhos para a prosperidade. Cambridge, MA: Mit Press, 2011.

HAUSMANN, R.; HIDALGO, C. A. A estrutura de rede da produção econômica. **J Eco Growth**, n. 16, p. 309–342, 2011.

HAUSMANN, Ricardo; HWANG, Jason; RODRIK, Dani. What you export matters. **Journal of economic growth**, Springer, v. 12, n. 1, p. 1–25, 2007.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10887-006-9009-4>

HIDALGO, César A; HAUSMANN, Ricardo. The building blocks of economic complexity. **Proceedings of the national academy of sciences**, National Acad Sciences, v. 106, n. 26, p. 10570–10575, 2009.

HIDALGO, C. A.; KLINGER, B.; BARABASI, A. L.; HAUSMANN, R. The Product Space conditions the development of nations, **Science**, v. 317, n. 5837, p. 482-487, 2007. DOI:10.1126/science.1144581.

IBGE. **Censo agropecuário 2017**: resultados preliminares. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em:
https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3093/agro_2017_resultados_preliminares.pdf

McMILLAN, M.; RODRIK, D. Globalization, structural change, and economic growth. In: BACCHETTA, M.; JANSEN M. (eds). **Making globalization socially sustainable**, International Labor Organization and World Trade Organization, Geneva, 2011.

MCMILLAN, M.; RODRIK, D.; SEPÚLVEDA, C. Structural change, fundamentals, and growth: a framework and case studies policy. **Research working papers**, abril, 2017.

MIRANDA, Evaristo. Áreas cultivadas no Brasil e no mundo. **Agroanalysis EMBRAPA**, 2018. Disponível em:
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/174066/1/4942.pdf>

MOREIRA, Uallace. Teorias do comércio internacional: um debate sobre a relação entre crescimento econômico e inserção externa. **Revista de Economia Política**, v. 32, n. 2 (127), p. 213-228, abril-junho, 2012.

PEIXOTO, Marcus. Extensão rural no Brasil: uma abordagem histórica da legislação. **Textos para discussão**, 2008.

PINTO, Aníbal. **Política y desarrollo**. Santiago: Editorial Universitária, 1968.

PREBISCH, Raúl. El desarrollo económico de la América Latina y algunos de sus principales problemas [1949]. In: GURRIERI, Adolfo (Org.). **La obra de Prebisch en la CEPAL**. México: Fondo de Cultura Económica, 1982.

QUEDA, Oriovaldo. **A extensão rural no Brasil**: da anunciação ao milagre da modernização agrícola. Piracicaba: ESALQ/USP, Tese de Livre Docência, março de 1987.

ROLIM, C. F. C. **Reestruturação produtiva, mundialização e novas territorialidades**: um novo programa para os cursos de economia regional e urbana. Curitiba: PPGD/UFPR, 1999. (Texto para discussão, n. 6).

SCHUMPETER, Joseph A. et al. **Business cycles**. New York: Mcgraw-hill, 1939.

SCHUMPETER, Joseph Alois. **Teoria do desenvolvimento econômico**: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico. São Paulo: Abril Cultural, 1982.

SILVA, J. C. A análise de componentes de variação (*shift-share*). In: COSTA, J. S. (Org.). **Compêndio de economia regional**. Coimbra, Portugal: APDR, 2002.

SIMÕES, A. J. G.; HIDALGO, C.A. **The Economic Complexity Observatory**: An Analytical Tool for Understanding the Dynamics of Economic Development. In: WORKSHOPS AT THE TWENTY-FIFTH AAAI CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, 2011.

SIMÕES, Rodrigo. **Métodos de análise regional e urbana**: diagnóstico aplicado ao planejamento. Belo Horizonte: CEDEPLAR/FACE/UFGM. 2005. (Texto para Discussão, n. 259)

STEIN, Alexandre de Queiroz. **Heterogeneidade estrutural e complexidade econômica na agropecuária brasileira**. Belo Horizonte: CEDEPLAR/FACE/UFGM, 2019.

SZIRMAI, A. **Socio-Economic Development**. 2. ed. Cambridge University Press, 2015.

VIEIRA FILHO, José Eustáquio Ribeiro; FISHLOW, Albert. **Agricultura e indústria no Brasil: inovação e competitividade**. Brasília, DF: IPEA, 2017. 305 p. il. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/170626_livro_agricultura_no_brasil.pdf

Apêndice

O banco de dados com o os cálculos realizados para aferir o Índice de Complexidade da Agricultura (ICA) pode ser acessado no link:

[CALCULO DO ICA](#)

Anexos

ANEXO A – Metodologia para o cálculo do Índice da Complexidade Econômica (ECI)

O Índice de Complexidade Econômica é calculado a partir das equações da diversidade e da ubiquidade:

$$\begin{aligned} k_{c,n} &= \frac{1}{k_{c,0}} \sum_p M_{cp} \frac{1}{k_{p,0}} \sum_{c'} M_{c'p} k_{c',n-2} \\ &= \sum_{c'} k_{c',n-2} \sum_p \frac{M_{c'p} M_{cp}}{k_{c,0} k_{p,0}} \\ &= \sum_{c'} k_{c',n-2} \tilde{M}_{c,c'}^C \end{aligned}$$

Onde se definiu:

$$\tilde{M}_{c,c'}^C \equiv \sum_p \frac{M_{cp} M_{c'p}}{k_{c,0} k_{p,0}}.$$

Portanto, em uma notação vetorial, se $\vec{k}_n$ é um vetor cujo elemento é $k_{c,n}$ então:

$$\vec{k}_n = \tilde{M}^C \times \vec{k}_{n-2}$$

Onde $\tilde{M}^C$ é a matriz cuja (c, c') o elemento é $\tilde{M}_{c,c'}^C$.

Se tomarmos n ao infinito, esta equação leva à distribuição que permanece fixa até um fator escalar:

$$\tilde{M}^C \times \vec{k} = \lambda \vec{k}$$

Portanto, $\vec{k}$ é um autovetor de $\tilde{M}^C$. Definiu-se o Índice de Complexidade Econômico como o autovetor correspondente ao segundo maior autovalor do $\tilde{M}^C$ matriz.

ANEXO B – Metodologia para o cálculo do Índice da Complexidade do Produto (PCI)

O Índice de Complexidade do Produto (PCI) é calculado como resultado do ECI. Este é determinado pelo cálculo da diversidade média dos países que fabricam um produto específico e a ubiquidade média dos outros produtos que esses países fabricam.

Formalmente, podemos definir:

$$\tilde{M}_{p,p'}^P \equiv \sum_c \frac{M_{cp} - M_{cp'}}{k_{c,0} k_{p,0}}.$$