

# COMPLEXIDADE DA INDÚSTRIA PETROLÍFERA NA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO: AS LIMITAÇÕES DA ESTRUTURA PRODUTIVA NA BUSCA PELA SOFISTICAÇÃO

THE COMPLEXITY OF THE OIL INDUSTRY IN THE METROPOLITAN REGION OF RIO DE JANEIRO: THE LIMITATIONS OF THE PRODUCTIVE STRUCTURE IN THE DRIVE FOR SOPHISTICATION

**Bianca Louzada Xavier Vasconcellos<sup>A</sup>**

 <https://orcid.org/0000-0003-3343-7391>

Correspondência: bianca.ufrj@gmail.com

**Renata Lèbre La Rovere<sup>B</sup>**

 <https://orcid.org/0000-0001-5912-5500>

Correspondência: renata@ie.ufrj.br

**Rafael Silva Pereira<sup>C</sup>**

 <https://orcid.org/0000-0002-2079-259X>

Correspondência: r.s.p.models@gmail.com

<sup>A</sup> Doutora em Políticas Públicas, Estratégia e Desenvolvimento (UFRJ), Brasil.

<sup>B</sup> Professora Titular no Instituto de Economia da UFRJ, Brasil.

<sup>C</sup> Mestre em Modelagem Computacional (LNCC) e Cientista de Dados.

DOI: 10.12957/cdf.2024.83856

Recebido em: 26 abr. 2024 | Aceito em: 3 jun. 2024.

## RESUMO

No estado do Rio de Janeiro, as principais dinâmicas econômicas sempre estiveram concentradas na Região Metropolitana (RMRJ). Há algum tempo a indústria petrolífera tem se tornado uma das principais indústrias da economia fluminense. O presente trabalho busca investigar a complexidade da indústria petrolífera na RMRJ e seu impacto na estrutura produtiva regional. Para isso, foi aplicado a metodologia desenvolvida por Hausmann e Hidalgo sobre complexidade econômica. Observou-se que há predominância de indústrias de complexidade baixa e média que há ausência ou pouca participação de indústrias petrolíferas de alta complexidade na região. Isso implica na limitação da diversificação e do potencial de desenvolvimento econômico do estado do Rio de Janeiro. A análise das ligações entre a indústria petrolífera e outras atividades econômicas revela um "espaço vazio" na estrutura produtiva da RMRJ. Este artigo pretende contribuir para a discussão dos impactos que o adensamento da cadeia produtiva a partir da plena implementação do Complexo Petroquímico poderia ter no desenvolvimento regional. Ele também fornece insights para políticas que incentivem



a diversificação, visando ao adensamento da cadeia produtiva e à promoção do crescimento econômico regional e de todo o estado.

**Palavras-chave:** RMRJ; economia regional; indústria de petróleo e gás; diversificação; redes de indústrias.

## ABSTRACT

In the state of Rio de Janeiro, the economic dynamics have always been concentrated in the Metropolitan Region (RMRJ). For some time now, the oil and gas industry has become one of the main sectors of Rio de Janeiro's economy. Our paper seeks to investigate the complexity of the oil and gas industry in the RMRJ and its impact on the regional productive structure. For this, we applied the methodology on economic complexity developed by Hausmann and Hidalgo. We observed that in the region there is a predominance of low and medium complexity industries and the participation of high complexity industries is limited. This implies that diversification is limited, which hinders the potential for economic development of the state of Rio de Janeiro. The analysis of the links between the oil and gas industry and other economic activities reveals an "empty space" in the productive structure of the RMRJ. This article aims to contribute to the discussion of the impacts that the densification of the production chain from the full implementation of the Petrochemical Complex could have on regional development. It also provides insights for policies that encourage diversification, aiming at densifying the production chain and promoting regional and statewide economic growth.

**Keywords:** RMRJ; regional economy; oil industry; diversification; industry networks.

## 1 INTRODUÇÃO

Não é novidade que a estrutura produtiva das regiões é determinante para seu desempenho econômico, e que toda estratégia regional precisa partir de um projeto nacional bem delineado. Isso também implica que a trajetória da economia regional não pode ser dissociada da nacional, especialmente no caso das regiões metropolitanas, uma vez que essas regiões apresentam um tipo de amostra da economia nacional (Sampaio, 2015).

As estratégias convencionais para estímulo econômico das regiões, como competição entre as regiões em troca de subsídios e desconto em impostos, são limitadas, afirmam Escobari *et al.* (2019). Isso porque, esse tipo de política não estimula as capacidades produtivas existentes, assim como não incentiva o rompimento das fronteiras científicas e produtivas dos lugares. Além disso, essa estratégia, conhecida como Guerra Fiscal, foi amplamente utilizada em regiões menores, não nas regiões metropolitanas (Sampaio, 2015). Nesse contexto, novas alternativas capazes de responder questionamentos pertinentes ao tipo de atividades que devem ser promovidas para o

crescimento regional são a substância da (re)construção no pós-pandemia. O método que expõe as capacidades regionais não é a resposta em si, mas configura uma ferramenta que, mesmo com suas limitações, pode fornecer valiosa contribuição aos policymakers. (Freitas, 2019; Vasconcellos, 2022).

Este trabalho tem o objetivo de apresentar e discutir a complexidade industrial do setor petrolífero na região metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), apresentando as conexões que existem entre as indústrias do setor petrolífero e demais indústrias. A partir das contribuições dos professores Ricardo Hausmann e Cesar Hidalgo, é possível evidenciar medidas e indicadores de complexidade das indústrias. Além disso, os estudos feitos para as regiões metropolitanas nos EUA nos trabalhos de Daboín et al. (2019) e Escobari *et al.* (2019), bem como, os trabalhos com recorte geográfico no Brasil, com foco nas microrregiões, como o de Freitas (2019) são essenciais para a discussão.

Os resultados mostram que há um “espaço vazio” na estrutura produtiva da RMRJ, relacionado às indústrias mais complexas do setor petrolífero. A descontinuidade da indústria de petróleo, no sentido de ausência de produção em setores de maior complexidade, afeta não apenas este setor, mas inibe o surgimento de outras indústrias de alta complexidade. Este trabalho se propõe ser mais uma peça para discussão e reflexões de estratégias políticas para promover mudanças na estrutura produtiva, visando a uma trajetória de crescimento econômico para RMRJ que, conseqüentemente, afeta o estado e as demais regiões.

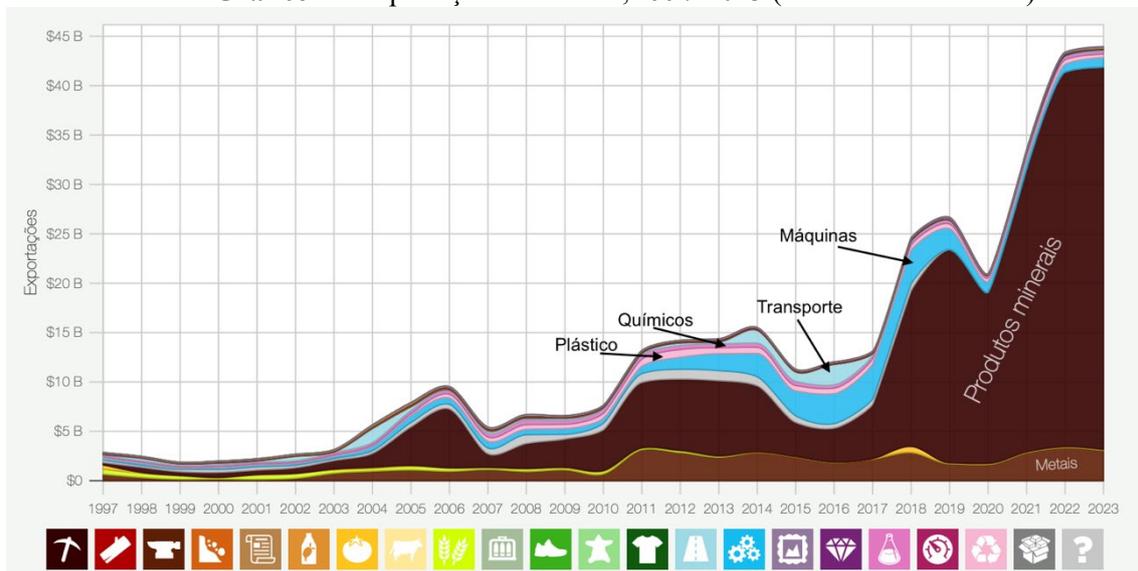
Este trabalho está dividido em seis seções, além desta introdução. A seção 2 apresenta a contextualização da estrutura produtiva da RMRJ e a seção 3 realiza uma breve apresentação sobre a literatura de complexidade. A seção 4 apresenta a metodologia utilizada e a seção 5 apresenta e discute os resultados. A seção 6 traz as considerações finais.

## **2 CONTEXTUALIZAÇÃO DA ESTRUTURA PRODUTIVA DA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO E DO SETOR PETROLÍFERO**

As regiões metropolitanas são, comumente, concentradoras de indústrias, de população, de produção de bens e serviços, de infraestrutura e de recursos públicos (Cano, 2007). A RMRJ exacerba essa característica ao concentrar em torno de 76% do PIB do estado do Rio de Janeiro, bem como, por volta de 77% da população estadual (IBGE,

2023). Assim, numa visão ampla, as dinâmicas da região podem ser percebidas como um termômetro para a economia do estado. A grandeza das variáveis da RMRJ, em relação ao estado, também é importante, quando não temos alguns dados específicos regionais, mas apenas os estaduais. A indústria de petróleo e gás, por sua vez, tem ampliado, cada vez mais, sua importância na economia do estado. Ainda que haja uma “corrente internacional” pró-energia limpa, esta indústria continua sendo uma das principais fontes de energia usada no mundo, produzindo bens de constante conflito internacional e muito importantes economicamente (Silva *et al.*, 2022).

**Gráfico 1 - Exportações da RMRJ, 1997-2023 (em valores correntes)**



Fonte: Data Viva, 2024.

O gráfico 1 dá a dimensão do crescimento das exportações dos produtos relacionados à indústria de petróleo e gás na RMRJ. Embora esta indústria tenha passado por perdas entre 2015 e 2016, bem como uma queda de atividade no período da pandemia, já em 2020 apresentou forte retomada nas exportações. Cabe lembrar que a especialização em uma *commodity* como o petróleo, que é dependente dos preços do mercado internacional, pode deixar a economia vulnerável nos momentos de choques econômicos, além das limitações impostas por essa estrutura no longo prazo.

O cerne da questão não é o P&G como um problema para economia da RMRJ ou para o estado do RJ, mas sim, como o P&G pode de um lado mascarar os problemas que têm crescido na estrutura produtiva, e de outro ajudar no desenvolvimento dessa estrutura.

É sabido que nas últimas décadas houve desconcentração produtiva<sup>1</sup> regional, e parte das modificações da indústria na RMRJ também pode ser explicada por esse fato. Soma-se a isso a obsolescência esperada dos setores da indústria tradicional; porém, o perigo de relativizar as perdas pode ser determinante para o futuro da RMRJ e do estado.

É fundamental se reconhecer o risco presente de gerar uma crescente “estrutura oca”. Isso porque a base industrial fluminense vem perdendo sua histórica diversificação e passou a exibir uma tendência de especialização estrutural no período recente. [...] Ao invés de apenas uma reestruturação produtiva diante dos novos fatores de dinamização no contexto regional e urbano, nota-se uma perda da histórica diversificação de seu perfil. Em 2007, quase 2/3 da indústria fluminense já estava concentrada em *Commodities* (Sobral, 2018, p. 16, 67).

Com a eclosão da crise do Estado do Rio de Janeiro – ERJ em 2014, alguns autores (Sobral, 2018; Silva; Zurita, 2019) apontaram duas preocupações fundamentais para a economia fluminense: a primeira envolve o problema fiscal do ERJ, que ficou midiaticamente exposto; a segunda foi a não confirmação de toda a promessa envolta no Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro - COMPERJ<sup>2</sup>. Este poderia representar uma grande oportunidade para mudanças estruturais, mas que não se confirmou na dimensão que foi idealizado. O COMPERJ, localizado em Itaboraí, é um grande projeto que representa um investimento significativo na região. A área do complexo ocupa 10% do território municipal e tem potencial para gerar uma grande quantidade de empregos diretos e indiretos. A região afetada pelo empreendimento abrange 11 municípios, localizados na RMRJ, e enfrenta desafios socioeconômicos, com uma proporção significativa da população vivendo em condições precárias. O projeto previa um amplo impacto econômico e social, com estimativas de milhares de empregos e bilhões em receita (Silva; Zurita, 2019).

A atualização mais recente do projeto (em 2024) indica a retomada das obras do COMPERJ, agora rebatizado de GasLub, o que representa um marco significativo para a Petrobras e a economia local de Itaboraí, na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Interrompidas em 2015 devido aos escândalos de corrupção revelados pela Operação

---

<sup>1</sup> Ver Cano (2007).

<sup>2</sup> O complexo (COMPERJ) começou a ser implantado em 2008. Foi projetado para ser um grande conjunto industrial articulado que aumentaria a oferta nacional de derivados de petróleo de 1ª e 2ª gerações (propeno, benzeno, estieno, polipropil e outros). À Petrobras caberia a liderança do empreendimento, projetando investimentos de US\$ 10 bilhões. Ademais, estimava-se que duas centenas de empresas privadas atuariam nas diversas frentes do complexo e que juntas investiram mais US\$ 200 milhões (Silva; Zurita, 2019 p. 357).

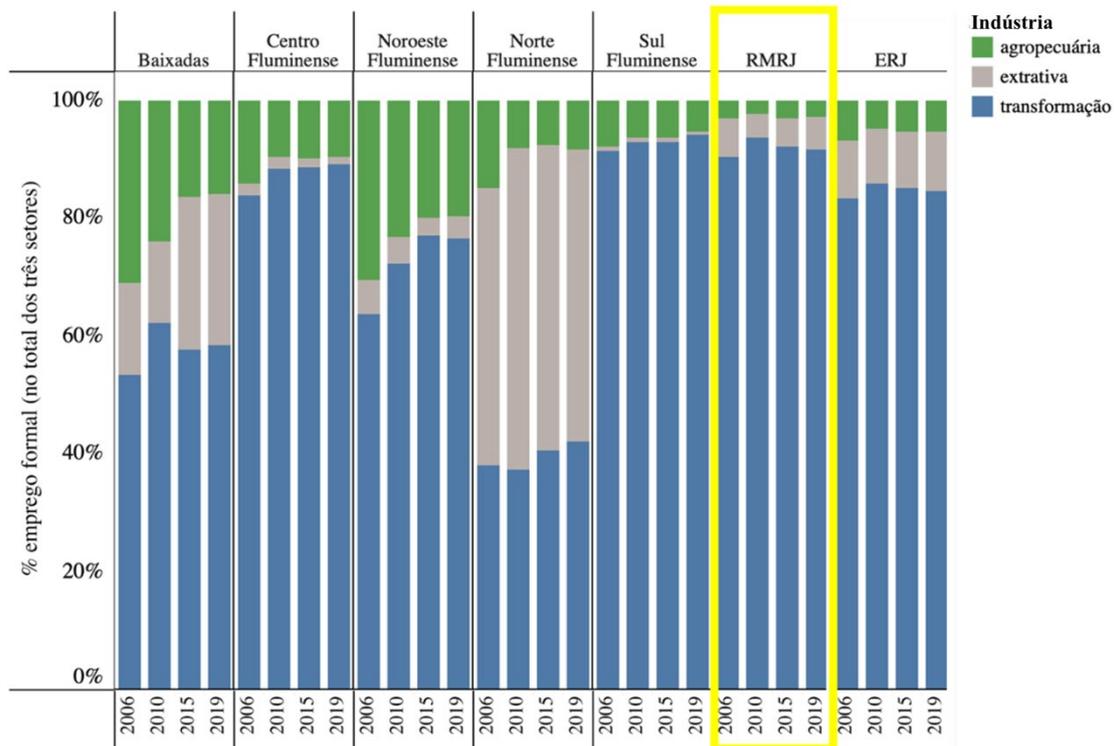
Lava Jato, as obras do COMPERJ haviam sido parcialmente abandonadas, com a estatal focando na construção de uma unidade de processamento de gás e na finalização da rede de gasodutos Rota 3 entre 2017 e 2018. Com prejuízos acumulados de pelo menos US\$ 14 bilhões desde o início das obras em 2008, a Petrobras agora lançou um novo processo de licitação para construir uma planta de lubrificantes e concluir a refinaria originalmente prevista. Este empreendimento deverá gerar aproximadamente 10 mil empregos diretos e indiretos durante a fase de construção (Rosa, 2024).

O emprego na RMRJ, especificamente o formal, é impulsionado por diversos setores, cada um contribuindo de maneira distinta para a economia regional. Em uma análise mais completa dos dados, o setor de serviços, naturalmente, tomaria um grande percentual dos empregos. Porém, a partir do recorte<sup>3</sup> que este trabalho se propõe a investigar, observou-se a divisão percentual, do emprego formal, entre as indústrias: agropecuária; extrativa; e de transformação (ver Gráfico 1).

De acordo com o Gráfico 1, a indústria de transformação é o principal motor do emprego formal na RMRJ entre as indústrias analisadas, representando em torno de 85% dos postos de trabalho formais. Esta indústria engloba uma variedade de atividades industriais, desde a produção de alimentos e bebidas até a fabricação de produtos químicos e máquinas. A indústria extrativa desempenha um papel pequeno na região se comparado com a região Norte, por exemplo. Esta indústria abrange, principalmente, atividades como a extração de petróleo, gás natural e minerais. Os trabalhadores desta indústria setor estão envolvidos em atividades de exploração, produção e transporte de recursos naturais, desempenhando um papel crucial na cadeia produtiva regional.

---

<sup>3</sup> O recorte foi feito apenas com: Indústria extrativa; indústria de transformação; agropecuária. Isto foi necessário devido a questões metodológicas, como será visto na seção 4. Para mais detalhes sobre a metodologia, ver Vasconcellos (2022).

**Gráfico 2** - Percentual de emprego formal em indústrias selecionadas, nas mesorregiões do ERJ – 2006, 2010, 2015 e 2019<sup>4</sup>

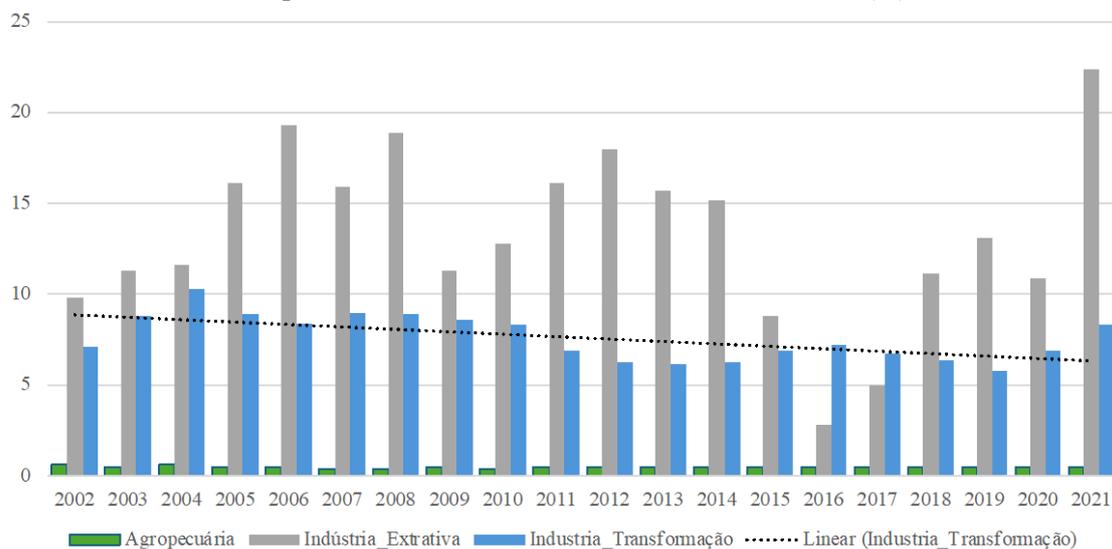
**Fonte:** Elaboração própria, a partir dos dados da RAIS.

É possível dizer que o ERJ foi capturado pela ideia de “vocações produtivas”, devido às grandes expectativas e apostas na indústria de petróleo e gás. O perigo do conceito de vocação reside no fato de diminuir um conjunto mais amplo de possibilidades produtivas para meia dúzia de setores selecionados, muito parecida com a lógica da escolha dos vencedores. Esse tipo de pensamento ou “discurso político” leva à separação entre indústrias que estão em dificuldade e indústrias que estão prosperando, em relação à prioridade de investimentos (Vasconcellos, 2022). Assim, “o problema não é a falta de uma boa listagem de ‘vocações’, e sim a necessidade de aprofundamento da divisão territorial do trabalho e de maiores articulações de sua rede urbana.” (Sobral, 2018, p. 4). Logo, se uma determinada indústria prospera em uma região, e esta é entendida como “vocação regional”, os políticos acabam se empenhando em apostar nela, em vez de detectar as necessidades para a ampliação da estrutura produtiva regional.

<sup>4</sup> Exclusive setor de Serviços/Comércio. Importante ressaltar que o setor de serviços emprega em torno de 74% da mão de obra formal na RMRJ. Isso significa, que os dados do Gráfico 1 compreendem um universo de apenas 26% da mão de obra formal da RMRJ (IBGE, 2023).

O presente trabalho está de acordo com Sobral (2018) ao afirmar que existem brechas em nichos de indústrias para o desenvolvimento da estrutura produtiva do ERJ. No entanto, isso só será possível com planejamento e estratégias que busquem resolver os problemas estruturais, para que a indústria fluminense alcance vantagens competitivas sistêmicas e, assim, gerar efeitos indutores e poder de arrasto. Ainda que ocorram ciclos expansivos, com decisões de grandes investimentos, se mantém o risco de regressão devido às vulnerabilidades e conjunturas adversas. A situação, contudo, é reversível, e o grande desafio é promover o adensamento da cadeia produtiva a partir de seus encadeamentos potenciais (Sobral, 2018).

**Gráfico 3** - Participação dos setores selecionados no VAB<sup>5</sup> do ERJ (%), 2002 – 2021



**Fonte:** Elaboração própria a partir dos dados do CEPERJ.

No Gráfico 3, a indústria agropecuária permanece em todos os anos com modesta participação, enquanto a indústria de transformação apresenta uma tendência de queda ao longo dos anos, demonstrada pela linha pontilhada. A performance do setor da indústria de transformação tem sido questionada há algum tempo, e os questionamentos se baseiam, principalmente, na falta de dinâmica em direção a indústrias de maior tecnologia e na permanência em indústrias tradicionais (Sobral, 2018). Cabe pontuar que a indústria de transformação também possui vínculos com a indústria de petróleo e gás, assim, as variações deste também a afetam. Sem estratégias para o fortalecimento e o

<sup>5</sup> Valor Adicionado Bruto, que é a medida da produção econômica total de um setor, obtida subtraindo-se o valor dos insumos intermediários do valor da produção total.

desenvolvimento da indústria de transformação, a economia estadual – e metropolitana – fica cada vez mais vulnerável a choques econômicos.

A ideia de inflexão positiva da economia do estado, entre o final do século XX e início do século XXI, foi refletida exclusivamente através da análise de dados do PIB e das exportações do estado do Rio de Janeiro (Natal, 2004). Porém, não houve uma inflexão positiva “real” ao ponto de alterar a condição da economia do estado no longo prazo. Nesse sentido, a única opção para uma real inflexão positiva na economia do ERJ é romper com essa tendência de perda da relevância da indústria de transformação, avançar para a produção mais tecnológica da cadeia petrolífera, reconhecer o cenário atual como um grave problema, e implantar políticas eficazes para o adensamento produtivo. É importante destacar que, há algum tempo, o ritmo de crescimento do PIB do ERJ e sua participação no PIB nacional é ditado pelo crescimento da indústria extrativa.

### 3 COMPLEXIDADE ECONÔMICA

A ideia de “complexidade da economia” é um tema trabalhado há algum tempo por outras correntes teóricas. Neste trabalho, é amplamente utilizada a metodologia de complexidade econômica desenvolvida por Ricardo Hausmann, César Hidalgo e seus colaboradores. Nessa corrente, o termo “Complexidade Econômica” é entendido como uma abordagem acadêmica, um conceito, e uma metodologia. Como um campo acadêmico, ele estuda a geografia e dinâmica das atividades econômicas. Para tanto, utiliza métodos relacionados a sistemas complexos e redes. Essa abordagem é baseada em resultados, ou seja, a aplicação do método e as respostas que ele fornece é determinante para as pesquisas desse campo. Em vez de escolher fatores para determinar as capacidades produtivas, o método utiliza a geografia das atividades econômicas para investigar os conjuntos de capacidades existentes. Essa área de pesquisa se aproxima de outros campos, como o da Geografia Econômica, por se concentrar na distribuição geográfica; e o da Ciência das Redes, por utilizar alguns de seus métodos, bem como os princípios de Sistemas Complexos. Os trabalhos de Hausmann e Hidalgo defendem e demonstram empiricamente que a explicação para a correlação entre a riqueza e o indicador de complexidade econômica tem a ver com a estrutura produtiva dos países (The observatory of economic complexity, 2024).

A abordagem da complexidade pressupõe que os produtos são feitos pela combinação de capacidades existentes, e que estas podem ser representadas utilizando vetores binários, onde 1 (um) representa as capacidades requeridas por um produto e 0 (zero) representa as capacidades que os produtos não demandam – cálculos realizados a partir da vantagem comparativa revelada (Hausmann; Hidalgo, 2010; Hausmann; Klinger, 2007).

Um importante ponto que fundamenta a abordagem da complexidade econômica é o path dependency ou dependência da trajetória. O conceito é relevante, pois utiliza a noção de acumulação do conhecimento produtivo ao longo do tempo, nos lugares, a partir de sua trajetória única de desenvolvimento. “É mais fácil para os países expandirem para indústria que reutiliza algum conhecimento que eles já possuem, desde que essas indústrias exijam algum conhecimento produtivo adicional.” (Hausmann *et al.*, 2011 [2013], p. 8, tradução própria). Os autores mostram resultados empíricos de países que expandiram sua cesta de produtos exportados a partir de produtos que já exportavam. Esses produtos são “próximos” em termos de conhecimento produtivo. “Produtos são veículos para o conhecimento.” (Hausmann *et al.*, 2011 [2013], p. 15, tradução própria).

Por ser uma abordagem baseada em resultados, a complexidade econômica possui um conjunto de medidas e indicadores, que fornecem respostas importantes para os problemas que norteiam a complexidade e crescimento econômico. Para a construção dos indicadores, dois elementos são utilizados como base, tanto na argumentação teórica, como na metodológica, quais sejam: a diversidade e a ubiquidade. A quantidade de diferentes tipos de produtos que é exportado e que possui vantagem competitiva é definida como a diversidade de um país. Por outro lado, é possível observar o número de países que possuem vantagem competitiva em um produto; essa é a ubiquidade do produto. No entanto, a utilização de dados de produtos exportados possui uma limitação, que é a de não considerar as Cadeias Globais de Valor - CGV. As CGV são, basicamente, o conjunto de atividades que as firmas e trabalhadores realizam para produzir, completamente, um produto, da formulação inicial até seu pós-venda. Assim, vários países podem participar de uma determinada CGV de um produto, desde sua parte mais básica até a mais sofisticada (Carneiro, 2015). Visto que os autores utilizam dados do comércio internacional, as CGV podem afetar os resultados em algum nível. Ainda assim, o nível de explicação do indicador é muito interessante.

A diversidade e a ubiquidade não são indicadores, mas são medidas “chave” para a obtenção dos indicadores de complexidade. Isto porque, elas fornecem uma explicação

interessante sobre a diversidade dos países e a ubiquidade dos produtos. Todavia, a diversidade, por si só, não é suficiente para indicar a disponibilidade de capacidades de um país. Por isso, a ubiquidade dos produtos que os países produzem é essencial. Quanto menor a ubiquidade de um produto, mais raro ou mais difícil é produzi-lo. Outro detalhe importante sobre a construção teórica e metodológica é que, por ser uma investigação sobre o mercado internacional, os autores originalmente utilizavam apenas dados de produtos tradables, ou seja, bens comercializáveis no mercado internacional.

Na metodologia da complexidade econômica, a coocorrência é um conceito fundamental para entender a interconexão entre diferentes produtos que são produzidos em um mesmo país. A coocorrência refere-se à tendência de certos produtos ocorrerem juntos em uma mesma área geográfica. O cálculo da complexidade econômica parte do pressuposto de que as capacidades de produzir vários produtos, que estão presentes em um país, são interligadas. A coocorrência sugere que a presença de certas indústrias pode facilitar ou fortalecer o desenvolvimento de outras, criando um ecossistema econômico mais resiliente e dinâmico. Por exemplo, em uma região onde há uma forte indústria de tecnologia da informação, é provável que também existam empresas de serviços de suporte técnico, centros de pesquisa e desenvolvimento, instituições de ensino superior com programas relacionados à tecnologia e startups inovadoras. Essa coocorrência de atividades relacionadas à tecnologia da informação cria um ambiente propício para o crescimento e a inovação nesse setor. Assim, a coocorrência é frequentemente medida por meio de matrizes de similaridade ou redes de coocorrência, que destacam as relações entre diferentes setores econômicos com base na frequência com que eles aparecem juntos em uma determinada região. Essas análises ajudam a identificar padrões e clusters de atividades econômicas que podem indicar áreas de especialização e vantagem competitiva para uma região. Ao explorar a coocorrência de atividades econômicas em uma região, os pesquisadores podem obter insights sobre a estrutura e a dinâmica do tecido econômico local, orientando políticas e estratégias para promover o desenvolvimento econômico sustentável.

#### 4 METODOLOGIA

Para chegar aos indicadores de complexidade e construção das redes de indústrias, partimos do trabalho seminal de Hidalgo *et. al* (2007), com algumas adaptações e outras

contribuições para o âmbito regional, como os trabalhos de Freitas (2017) e Daboín *et al.* (2019). Ao contrário do trabalho de Hidalgo *et al.* (2007), que se baseou em dados de comércio internacional para analisar a complexidade de países e produtos, o presente trabalho emprega dados de emprego por atividade econômica, com o intuito de compreender a complexidade em um contexto nacional e regional. Os dados são extraídos da Relação Anual de Informações Sociais - RAIS, referentes a 2019<sup>6</sup>, categorizados de acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE 2.0), abrangendo os códigos de 01 a 33, que englobam a Indústria Agropecuária, a Indústria Extrativa e a Indústria de Transformação. A fim de manter a coerência metodológica com o trabalho de Hidalgo *et al.* (2007), que se concentrou em produtos comercializáveis no comércio internacional, os serviços não foram considerados neste estudo. Dessa forma, a análise mantém o foco na produção de bens, refletido nas divisões de 01 a 33 em nível de classe, totalizando 307 atividades econômicas distintas.

O quadro 1 apresenta as fórmulas e explicações relacionadas à metodologia empregada para calcular os indicadores de complexidade em um contexto de análise regional. As fórmulas abordam desde os cálculos iniciais de quociente locacional (QL) para avaliar a especialização regional até as medidas refinadas de diversidade e ubiquidade. Além disso, são descritos os processos de reflexão infinita para obter os indicadores finais de complexidade econômica e complexidade da indústria.

Quadro 1 - Fórmula e descrição dos Indicadores<sup>7</sup>

(Continua)

FÓRMULA	DESCRIÇÃO
$X = \sum_i \sum_r M_{ri}$	O cálculo da complexidade é obtido através da soma das matrizes $M_{ri}$ , onde $r$ representa as regiões e $i$ as indústrias
$QL_{ri} = \frac{\frac{E_{ir}}{E_r}}{\frac{E_i}{E_B}}$	<p>O Quociente Locacional (QL) avalia o nível de especialização regional em relação ao emprego por atividade econômica, representando a razão entre o emprego da indústria <math>i</math> na região <math>r</math> e o emprego total da região, dividido pelo emprego da indústria <math>i</math> no Brasil e o emprego total do país.</p> <p>Os <u>componentes do QL</u> são:</p> <p><math>E_{ir}</math>: Representa o emprego na indústria específica <math>i</math> na região <math>r</math>. Indica a quantidade de pessoas empregadas nessa indústria na região de interesse.</p>

<sup>6</sup> Esse recorte foi escolhido para evitar mudanças causadas pela pandemia do COVID-19.

<sup>7</sup> As fórmulas estão em ordem de execução. Para mais detalhes ver o apêndice técnico dos trabalhos de Hidalgo *et al.* (2007) e Daboín *et al.* (2019).

	<p><math>E_r</math>: Indica o emprego total na região <math>r</math>, abrangendo todas as indústrias. É a soma do emprego de todas as indústrias na região.</p> <p><math>E_i</math>: Refere-se ao emprego total na indústria <math>i</math> em todo o país (ou na área de referência). É a soma do emprego em uma indústria específica em todas as regiões.</p> <p><math>E_B</math>: Representa o emprego industrial total na área de referência (Brasil).</p>
$M_{ri} = 1 [QL_{ir} \geq 1]$	A matriz $M_{ri}$ representa as indústrias que possuem vantagem de concentração de emprego em relação à parcela nacional, onde $QL_{ir}$ é maior ou igual a 1.
$Diversidade_r = K_{r0} = \sum_i M_{ri}$	A diversidade de uma região é a quantidade de indústrias com QL maior ou igual a 1, representada pela soma das colunas da matriz $M_{ri}$ .
$Ubiquidade_i = K_{i0} = \sum_r M_{ri}$	A ubiquidade de uma indústria é o número de regiões onde essa indústria é observada com um QL maior ou igual a 1, representada pela soma das linhas da matriz $M_{ri}$ .
<p>Média Ubiquidade<math>_r = K_{r1} = \frac{\sum_i K_{i0} * M_{ri}}{K_{r0}} \rightarrow K_{r2} \rightarrow \dots \rightarrow K_{r\infty} = ICE_r</math></p>	A média da ubiquidade do emprego industrial na região $r$ após a primeira reflexão, calculada ponderando a diversidade e a ubiquidade. O Indicador de Complexidade Econômica (ICE) de uma região é o resultado do processo de reflexão infinita das médias da ubiquidade.
<p>Média Diversidade<math>_i = K_{i1} = \frac{\sum_r K_{r0} * M_{ri}}{K_{i0}} \rightarrow K_{i2} \rightarrow \dots \rightarrow K_{i\infty} = ICI_i</math></p>	A média da diversificação das regiões que empregam o setor $i$ após a primeira reflexão, calculada ponderando a diversidade e a ubiquidade. O Indicador de Complexidade da Indústria (ICI) de uma indústria é o resultado do processo de reflexão infinita das médias da diversificação.
$Coocorrência_{i,i} = U_{i,i} = M_{ri}^T * M_{ri}$	A coocorrência entre duas indústrias é calculada a partir da matriz $M_{ri}$ transposta multiplicada pela matriz $M_{ri}$ , representando a probabilidade de um par de indústrias estarem presentes na mesma região.
<p><math>\phi_{i,i'} = \frac{U_{i,i'}}{\max(U_{i,i}, U_{i',i'})}</math></p> <p><math>\phi_{i,i'}</math> = coocorrência das indústrias</p>	A proximidade tecnológica implícita de co-localização entre indústrias é estimada pela divisão das coocorrências entre as indústrias $i$ e $i'$ pelo máximo entre as coocorrências de cada indústria individualmente. A partir desse resultado encontramos o <b>grau de relacionamento entre as indústrias</b> .

Fonte: Elaboração própria.

Também são apresentadas no Quadro 1 as métricas de coocorrência, que revelam a proximidade entre as indústrias em termos de sua presença conjunta em regiões específicas. Os resultados do cálculo dos indicadores permitem visualizar em rede a matriz de coocorrência. Dessa forma, chega-se à matriz do espaço industrial, que é feita a partir da normalização da matriz de coocorrência de acordo com o máximo da linha/coluna desta. Assim, a matriz do espaço industrial recebe valores entre 0 e 1, o que indica o nível de proximidade entre as indústrias. Seguindo a metodologia de Hidalgo et al. (2007) e Daboín et al. (2019) apenas 5% das ligações mais fortes são exibidas, para descartar as ligações mais fracas e facilitar a visualização e análise das redes.

Os resultados deste trabalho são apresentados em forma de redes, cuja análise é fundamentada nos conceitos de grafos. De maneira simplificada, um grafo consiste em um conjunto de pontos denominados vértices (ou nós) e outro conjunto denominado arestas (ou conexões). Essa estrutura básica possibilita a modelagem de diversas situações, incluindo a criação de redes que representam as relações entre indústrias, ocupações e conhecimento em diferentes regiões. As conexões estabelecidas entre os vértices não são necessariamente físicas, mas relacionais. Normalmente, a representação de um grafo é feita através de uma matriz de adjacência  $A_{n \times n}$ , onde dois vértices são considerados adjacentes se houver uma aresta que os conecte, enquanto duas arestas são consideradas adjacentes se compartilharem um mesmo vértice (Vasconcellos, 2022).

Uma característica das redes elaboradas neste estudo é a ausência de direção. Um grafo é considerado não orientado quando as relações entre os nós são simétricas. Com o intuito de facilitar a visualização das redes, optou-se por utilizar grafos não orientados, nos quais as arestas não possuem uma direção definida. O peso das arestas é determinado pela probabilidade condicional de coocorrência entre as indústrias, variando de 0 a 1, sendo que 1 indica uma proximidade de 100%, representada pela ligação entre a mesma indústria e ela mesma, enquanto 0 indica ausência de conexão. Para a representação das redes com enfoque regional, empregou-se uma abordagem estética para diferenciar o tamanho dos nós. O espaço industrial compreende todas as indústrias em todo o território brasileiro, destacando-se as indústrias e ocupações com  $QL > 1$  para evidenciar sua presença em determinada região, o que pode ser observado pelo tamanho variável dos nós (Vasconcellos, 2022).

Foi utilizado o layout Fruchterman-Reingold, disponível no software Gephi, que é um padrão tradicional e posiciona automaticamente os nós com maior número de conexões mais próximos do centro, enquanto os nós com menos conexões são direcionados para as extremidades das redes. Por fim, os cálculos dos indicadores foram realizados no software de Linguagem R, utilizando o pacote "*economic complexity*" para manipulação e cálculo dos dados provenientes das matrizes da RAIS. Para a elaboração das redes, foi utilizado o software Gephi, que é uma ferramenta livre e aberta com diversas funcionalidades para criação e manipulação de redes.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos resultados do grau de relacionamento, foi identificado um conjunto de indústrias participantes da “produção petrolífera”, denominado de conjunto petrolífero. Esse conjunto, em 2019, empregava 13,26% da mão de obra formal das indústrias da RMRJ analisadas neste trabalho, conforme descrito pela Tabela 1.

**Tabela 1** - Conjunto da Indústria Petrolífera, RMRJ, 2019

Classe CNAE 2.0	Indústria (Atividade Econômica)	ICI <sup>8</sup>	% emprego do conjunto petrolífero
06000	Extração de petróleo e gás natural	-0,507	14,8
09106	Atividades de apoio à extração de petróleo e gás natural	-0,380	15,7
19217	Fabricação de produtos do refino de petróleo	0,355	52,3
19225	Fabricação de produtos derivados do petróleo, exceto produtos do refino	0,905	4,2
28518	Fabricação de máquinas e equipamentos para a prospecção e extração de petróleo <sup>9</sup>	0,595	9,1
20215	Fabricação de produtos petroquímicos básicos	1,165	2,4

**Fonte:** Elaboração própria, a partir de dados da RAIS.

A seleção das indústrias da tabela 1 foi feita de acordo com sua participação direta na extração e produção de P&G, tendo sido selecionadas apenas as indústrias que participam da chamada “Primeira Geração<sup>10</sup>”. Estas indústrias servem de base para avaliar as ligações indiretas (grau de relacionamento) com outras indústrias. Cabe lembrar que como o presente trabalho não utiliza dados sobre o setor de serviços, os serviços relacionados à indústria de petróleo e gás não foram incluídos. A primeira coluna da Tabela 1 se refere à Classificação Nacional das Atividades Econômicas, apenas para

<sup>8</sup> Indicador de Complexidade Industrial

<sup>9</sup> Essa indústria foi adicionada ao conjunto petrolífero, embora faça parte da “Fabricação de Máquinas e Equipamentos”, na classificação da CNAE. Isso porque, esta indústria sempre aparece com fortes ligações a todas as outras indústrias do setor petrolífero. Por isso, foi uma escolha dos autores inseri-la na análise.

<sup>10</sup> São as produtoras de petroquímicos básicos, produtos resultantes da primeira transformação de correntes petrolíferas (nafta, gás natural, etano etc.) por processos químicos (craqueamento a vapor, pirólise, reforma a vapor, reforma catalítica etc.). Os principais produtos primários são as olefinas (eteno, propeno e butadieno) e os aromáticos (benzeno, tolueno e xilenos). Secundariamente, são produzidos ainda solventes e combustíveis (Gomes; Dvorsak; Heil, 2012, p. 80).

identificação. O percentual de emprego se refere ao total dos empregos formais da indústria extrativa da RMRJ.

A partir da aplicação metodológica, os resultados são apresentados em redes, para melhor entendimento e interpretação. Assim, é possível analisá-los como uma “fotografia” ou “radiografia” da estrutura produtiva, especificamente, do conjunto petrolífero da RMRJ<sup>11</sup>. Os resultados do ICI mostram que as indústrias mais complexas são as que compreendem os setores de: **fabricação de equipamentos eletrônicos, elétricos, transportes e química**; e os setores que possuem menor nível de complexidade são as atividades relacionadas à **agricultura e à indústria extrativa**. Esse resultado está de acordo com os trabalhos de Hausmann *et al.* (2011) que utilizam dados de exportações, bem como, o de Freitas (2019), que estudou as microrregiões brasileiras, a partir de dados de emprego por atividade econômica. É importante destacar que o cálculo da complexidade não considera toda a tecnologia utilizada para extração de petróleo no pré-sal, ou seja, não considera a complexidade do processo, apenas do produto.

A figura 1 apresenta as indústrias que a RMRJ possui *Vantagem de Concentração do Emprego Industrial - VCEI*, ou seja, indústrias que a região tem vantagem na comparação com todas as demais regiões do país (Vasconcellos, 2022).

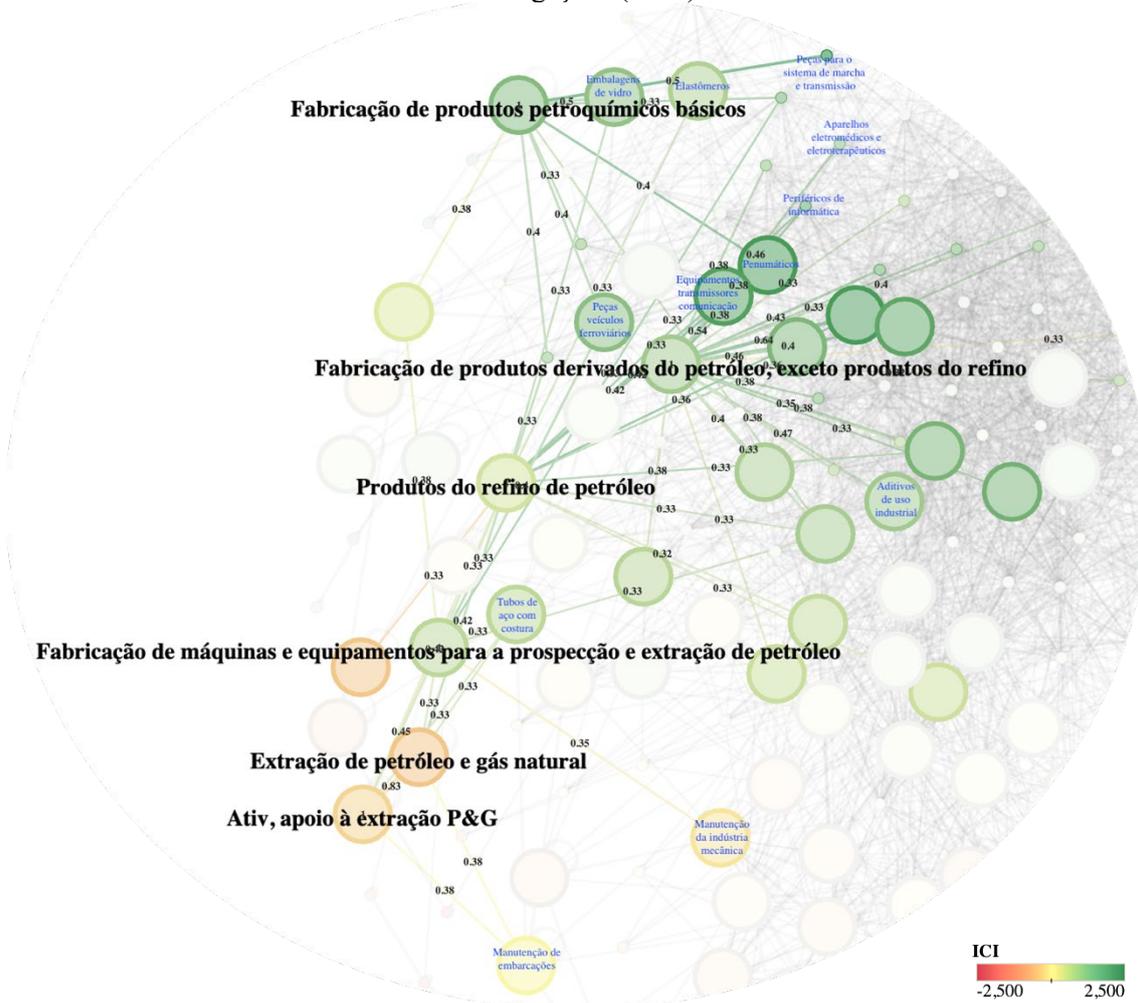
---

<sup>11</sup> Não se refere especificamente ao COMPERJ – embora o COMPERJ possua quase todas as indústrias descritas, o “conjunto petrolífero” citado neste trabalho tem a ver com as principais indústrias observadas na região, e principalmente, que possuem ligações quando postas em rede. Ou seja, é o conjunto das indústrias ligadas à primeira geração da produção petrolífera adicionado das Fabricação de Máquinas e Equipamentos necessários para sua extração.



tradicionais. Cabe observar também que a parte verde-escura da rede parece incompleta, o que demonstra a falta de VCEI em indústrias mais complexas. Como as indústrias mais complexas são as que mais possuem ligações, ou seja, encadeamentos, o espaço de indústrias corrobora a ideia de “estrutura produtiva oca” de Sobral (2009). A parte menos complexa, cujos nós têm cor vermelha, também não é completa, o que confirma a ausência de indústrias ligadas à agricultura, por exemplo, um problema antigo na produção de alimentos. Além disso, muitas das indústrias em que a RMRJ possui VCEI estão em uma posição intermediária de complexidade, corroborando os achados de Sobral (2009) e Silva (2012), que estudaram a estrutura produtiva da RMRJ concluíram que esta é pautada em indústrias tradicionais, como: bebidas, produtos alimentícios, vestuário, além de manutenção, e serviços de impressão.

Ao analisar o conjunto petrolífero, observou-se que a extração de P&G e as atividades de apoio à extração possuem menor complexidade, menos ligações com outras indústrias e no grafo estão mais próximas da borda. Já o refino de petróleo é mais complexo e mais próximo de outras indústrias de maior complexidade. As indústrias de vestuário, laminados planos de aço, manutenção de máquinas e equipamentos para indústria mecânica possuem grande quantidade de empregos, no entanto, estão em uma posição intermediária de complexidade. Os segmentos menos complexos estão concentrados em alimentos, agricultura e bebidas, enquanto outros, como automóveis, peças e acessórios para veículos, pneumáticos e câmaras-de-ar são mais complexos. O grau de relacionamento entre as indústrias e o nível do ICI do complexo petrolífero é destacado na figura 2.

**Figura 2 - Recorte do Espaço Industrial - conjunto da indústria petrolífera de primeira geração e suas ligações (2019)**

Fonte: Vasconcellos, p. 225, 2022.

A figura 2 mostra as indústrias do conjunto petrolífero referentes à “primeira geração<sup>12</sup>”, e à fabricação de máquinas e equipamentos para prospecção e extração de petróleo, como explicado na Tabela 1. A extremidade da Figura 2 apresenta as atividades de apoio à extração de petróleo e gás, uma indústria de menor complexidade, que possui uma ligação forte com a extração de petróleo e gás natural, com grau de relacionamento de 83%, além de um grau de relacionamento de 45% com máquinas e equipamentos para prospecção, e 42% com produtos do refino do petróleo. Possui também ligações com a manutenção de embarcações (38%) e a produção de tubos de aço com costura (33%). A extração de petróleo e gás natural, além de possuir as mesmas ligações das atividades de

<sup>12</sup> Primeira Geração são as produtoras de petroquímicos básicos, produtos resultantes da primeira transformação de correntes petrolíferas (nafta, gás natural, etano etc.) por processos químicos (craqueamento a vapor, pirólise, reforma a vapor, reforma catalítica etc.) (Gomes; Dvorsak; Heil 2012, p. 80).

apoio à extração de P&G, também possui um grau de relacionamento de 33% com resinas termoplásticas. A fabricação de máquinas e equipamentos para prospecção e extração de petróleo, além de outras indústrias do complexo petrolífero, possui ligações com manutenção de máquinas e equipamentos da indústria mecânica (35%) e fabricação de peças e acessório para veículos ferroviários (40%).

A indústria de refino de petróleo é relacionada às seguintes indústrias: fabricação de equipamentos transmissores de comunicação e fabricação de pneumáticos e de câmaras-de-ar (42%); fabricação de componentes eletrônicos (36%); fabricação de artefatos de material de plástico não especificado, fabricação de cosméticos, fabricação de elastômeros e fabricação de resinas termoplásticas (33%), entre outros. A indústria de fabricação de produtos petroquímicos básicos também possui ligações com outras indústrias mais complexas, embora a quantidade de ligações seja menor do que as apresentadas pela indústria de refino e derivados do petróleo. A principal ligação da fabricação de produtos petroquímicos é com a fabricação de embalagens de vidro e a fabricação de peças e acessórios para os sistemas de marcha e transmissão de veículos automotores (50%); também está relacionada com a fabricação de peças para veículos ferroviários, fabricação de pneumáticos e câmaras-de-ar, e fabricação de resinas termoplásticas (40%).

Nesse conjunto petrolífero, a indústria mais próxima do centro do espaço de indústrias, junto à parte mais verde – mais complexa -, é a fabricação de produtos derivados do petróleo, exceto produtos do refino, que se relaciona, por exemplo às indústrias de: fabricação de componentes eletrônicos (64%); fabricação de equipamentos transmissores de comunicação (54%); fabricação de aditivos industriais (47%); fabricação de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos e equipamentos de irradiação (46%), entre outros.

Ao analisar a Figura 3, é possível observar que quanto mais próximo do centro superior, mais conexões as indústrias possuem, e mais complexas elas são. Assim, fica claro que as indústrias com maior nível de ICI do conjunto petrolífero podem gerar efeitos positivos e transbordamentos de capacidades produtivas para outras indústrias complexas a que estão relacionadas. O grande desafio para o ERJ, que já é conhecido, se faz em adensar a cadeia petrolífera (Silva; Matos, 2016).

Na Tabela 1 foram apresentados alguns indicadores do conjunto petrolífero da RMRJ; quanto mais complexa a indústria, menor a participação no emprego desse conjunto. Quando a análise é ampliada para o conjunto de indústrias de segunda geração,



empregam 0,7%, resinas termofixas e intermediários para plastificantes, resinas e fibras empregam a mesma quantidade, 0,03%, do emprego dentro do conjunto petrolífero. Isso posto, não surpreendem todos os esforços destinados à completude do COMPERJ, visto que este abrigaria empresas de segunda geração da cadeia produtiva do petróleo.

Os resultados mostraram que o desenvolvimento de indústrias mais sofisticadas da cadeia petrolífera está diretamente associado à conclusão do COMPERJ. A não conclusão do COMPERJ se apresenta como frustração para estudiosos do desenvolvimento econômico fluminense (Silva; Zurita, 2019). Os resultados corroboram a imprescindibilidade da expansão das indústrias de P&G em direção às mais complexas, demonstrando a importância de concluir e consolidar a cadeia petrolífera no ERJ, especificamente, na RMRJ.

Em suma, a RMRJ está consolidada a partir de indústrias tradicionais e de um conjunto petrolífero de primeira geração. Isso significa que a região permanece ancorada em indústrias de complexidade industrial mediana e baixa, que possuem menos encadeamentos e menos oportunidades de atrair indústrias mais complexas, as quais apresentam conexões e compartilhamento de capacidades com uma diversidade de outras indústrias.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo aborda a complexidade industrial da indústria petrolífera na RMRJ, suas ligações e sua importância na estrutura produtiva regional. Ao analisar as conexões entre as indústrias petrolíferas e outras atividades econômicas, este trabalho destaca a relevância de promover a diversificação e sofisticação da economia regional, visando ao crescimento econômico. Assim, este artigo contribui para o debate sobre políticas de desenvolvimento regional e para a elaboração de estratégias que visem fortalecer a economia da RMRJ e, conseqüentemente, do estado como um todo.

Os resultados indicam que a falta de indústrias de alta complexidade no setor petrolífero da RMRJ contribui para um "espaço vazio" na estrutura produtiva da região. Observa-se que as indústrias mais complexas estão ausentes ou subdesenvolvidas na região, enquanto as indústrias menos complexas e de complexidade mediana, como as relacionadas à agricultura, à indústria extrativa, a produção de alimentos e bebidas, predominam. A falta de indústrias petrolíferas de alta complexidade limita o

desenvolvimento de outras indústrias econômicas complexas na RMRJ. A indústria petrolífera, especialmente em atividades como a extração de petróleo e gás, apresenta menor complexidade e conexões com outras indústrias, o que limita os efeitos positivos de transbordamento de capacidades produtivas para setores mais complexos. Esta indústria se destaca em termos de emprego, porém, as atividades relacionadas à extração de petróleo e de apoio a essa extração são menos complexas e estão periféricamente conectadas na rede industrial. Ela também apresenta uma hierarquia de complexidade, com as atividades de apoio à extração de petróleo e gás sendo as menos complexas, enquanto o refino de petróleo e a fabricação de produtos derivados do petróleo estão mais próximos das indústrias complexas do centro da rede industrial. As indústrias de segunda geração, como a fabricação de elastômeros e resinas termoplásticas, carecem de desenvolvimento significativo e têm uma participação mínima no emprego industrial da região.

As implicações decorrentes dos resultados apresentados sugerem a necessidade de uma intervenção política deliberada para promover a transformação estrutural da economia da RMRJ, em direção a uma estrutura industrial mais complexa e diversificada. Esse empreendimento requer uma abordagem multifacetada e coordenada, visando não apenas à conclusão de empreendimentos estratégicos, como o COMPERJ, mas também ao fomento da inovação, diversificação e integração das cadeias produtivas. O COMPERJ emerge como uma prioridade inegável, dada sua importância crucial para promover as indústrias de segunda geração no setor petrolífero. Isso não apenas impulsionaria o desenvolvimento das indústrias associadas, mas também geraria empregos e estimularia o crescimento econômico local.

Por fim, vale destacar que as limitações deste trabalho estão na própria aplicação da metodologia e das delimitações setoriais. Para estudos futuros sugerimos o aprofundamento da análise setorial, a ampliação da pesquisa incluindo o setor de serviços e as implicações do desenvolvimento de indústrias petrolíferas de terceira geração. E, principalmente, cabe aprofundar os estudos sobre os possíveis efeitos positivos do adensamento da estrutura produtiva, não apenas da RMRJ, mas do ERJ, uma vez que outras regiões também podem se beneficiar de uma estratégia conjunta, em direção às indústrias mais complexas.

## REFERÊNCIAS

ANDERSON, Philip; ARROW, Kenneth; PINES, David. **The economy as an evolving complex system**. Reading MA: Addison, 1988.

ARTHUR, Brian. Complexity and the economy. **Science**, [S.l.], v. 284, n. 5411, p. 107-109, 1999. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10103172/>. Acesso em: 5 mar. 2024.

CANO, Wilson. **Desequilíbrios regionais e concentração industrial no Brasil, 1930-1970**. Unesp, 2007.

CARNEIRO, Flavio L. **Fragmentação internacional da produção e cadeias globais de valor**. Texto para Discussão IPEA, Brasília. 2015. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/4376>. Acesso em: 5 mar. 2024.

DABOÍN, Carlos; ESCOBARI, Marcela; HERNÁNDES, Gabriel; MORALES-ARILLA, José. Technical Paper - **Economic Complexity and Technological Relatedness: Findings for American Cities**. Brookings Institution, 2019.

DATA VIVA. Disponível em: <http://www.dataviva.info/en/>. Acesso em: 15 mar. 2024.

ESCOBARI, Marcela; SEYAL, Ian; MORALES-ARILLA, José; SHEARER, Chad. **Growing Cities That Work for All: A Capability-Based Approach to Regional Economic Competitiveness**. Brookings Institution, 2019.

FREITAS, Elton Eduardo. **Indústrias relacionadas, complexidade econômica e diversificação regional: uma aplicação para microrregiões brasileiras**. Tese (Doutorado em Economia) Faculdade de Ciências Econômicas da UFMG/Cedeplar. Belo Horizonte, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/37951>. Acesso em: 15 nov. 2023.

IBGE. Dados Econômicos. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 15 nov. 2023.

GOMES, Gabriel; DVORSAK, Peter; HEIL, Tatiana Boavista Barros. **Indústria petroquímica brasileira: situação atual e perspectivas**. BNDES, 2005. Disponível em: [https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2485/1/BS%2021%20Industria%20petroqu%C3%ADmica%20brasileira\\_P.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2485/1/BS%2021%20Industria%20petroqu%C3%ADmica%20brasileira_P.pdf). Acesso em: 16 jul. 2023.

HAUSMANN, Ricardo; KLINGER, Bailey. The Structure of the Product Space and the Evolution of Comparative Advantage. **CID Working Paper N° 146**, 2007. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/242563879\\_The\\_Structure\\_of\\_the\\_Product\\_Space\\_and\\_the\\_Evolution\\_of\\_Comparative\\_Advantage](https://www.researchgate.net/publication/242563879_The_Structure_of_the_Product_Space_and_the_Evolution_of_Comparative_Advantage). Acesso em: 16 jul. 2023.

HAUSMANN, Ricardo; HIDALGO, César. A.; Bustos, Sebastián; Coscia, Michele; Simoes, Alexander; Yildirim, Muhammed. **The atlas of economic complexity**:

Mapping paths to prosperity. Mit Press, 2011 [2013]. Disponível em:  
<https://www.jstor.org/stable/j.ctt9qf8jp>. Acesso em: 16 jul. 2023.

HAUSMANN, Ricardo; HIDALGO, Cesar. Country diversification, product ubiquity, and economic divergence. **CID Working Paper** N° 201, 2010. Disponível em:  
[https://www.researchgate.net/publication/242563879\\_The\\_Structure\\_of\\_the\\_Product\\_Space\\_and\\_the\\_Evolution\\_of\\_Comparative\\_Advantage](https://www.researchgate.net/publication/242563879_The_Structure_of_the_Product_Space_and_the_Evolution_of_Comparative_Advantage). Acesso em: 16 jul. 2023.

HIDALGO, César; KLINGER, Bailey; BARABASI, Alberto; HAUSMANN, Ricardo. The product space conditions the development of nations. **Science**, [S.l.], v. 317, n. 5837, p. 482-487, 2007. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17656717/>. Acesso em: 16 jul. 2023.

HIDALGO, César A; BALLAND; BOSCHAMA; DELGADO; FELDMAN; FRENKEN; GLAESER; HE; KOEGLER; MORRISON; NEFFKE; RIGBY; STERN; ZHENG; ZHU. **The principle of relatedness**. In: International conference on complex systems. Springer, Cham, 2018. p. 451-457. Disponível em:  
[https://www.researchgate.net/publication/326562653\\_The\\_Principle\\_of\\_Relatedness\\_Proceedings\\_of\\_the\\_Ninth\\_International\\_Conference\\_on\\_Complex\\_Systems](https://www.researchgate.net/publication/326562653_The_Principle_of_Relatedness_Proceedings_of_the_Ninth_International_Conference_on_Complex_Systems). Acesso em: 20 jul. 2023.

HIDALGO, Cesar. **Why information grows: The evolution of order, from atoms to economies**. Basic Books, 2015

NATAL, Jorge. Inflexão econômica e dinâmica espacial pós-1996 no Estado do Rio de Janeiro. **Nova Economia**, [S.l.], v. 14, n. 3, p. 71-90, 2004. Disponível em:  
<https://revistas.face.ufmg.br/index.php/novaeconomia/article/view/437>. Acesso em: 10 nov. 2023.

RAIS. Dados de Emprego por atividade econômica e ocupações. Disponível em:  
<https://bi.mte.gov.br/bgcaged/>. Acesso em: 10 nov. 2023.

ROSA, Bruno. Petrobras abre licitação para retomar construção de refinaria no polêmico Comperj. **O GLOBO**, maio de 2024. Disponível em:  
<https://oglobo.globo.com/economia/negocios/noticia/2024/05/02/petrobras-abre-licitacao-para-retomar-construcao-de-refinaria-no-polemico-comperj.ghtml>. Acesso em: 3 abr. 2024.

SILVA, Mauro Osório; MARCELLINO, Israel; VEIGA, Leonardo; REGO, Henrique; FALCÃO, Marianna. O potencial representado pelo Sistema Produtivo de Petróleo e Gás no Rio de Janeiro e implicações para o desenvolvimento regional. **Cadernos do Desenvolvimento**, [S.l.], v. 16, n. 29, p. 165-196, 2022. Disponível em:  
<http://www.cadernosdodesenvolvimento.org.br/ojs-2.4.8/index.php/cdes/article/view/573>. Acesso em: 10 nov. 2023.

SAMPAIO, Daniel Pereira. **Desindustrialização e estruturas produtivas regionais no Brasil**. Tese (Doutorado em Economia) UNICAMP - Instituto de Economia, Campinas/SP, 2015. Disponível em:  
<https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/949414>. Acesso em: 3 abr. 2024.

SILVA, Robson Dias; ZURITA, Clara Irazabal. Boom, Burst e Doom: O Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro como catalisador do Desenvolvimento Urbano-Regional. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 351, 2019. Disponível em: <https://rbeur.anpur.org.br/rbeur/article/view/5814>. Acesso em: 3 abr. 2024.

SILVA, Robson Dias. **Indústria e desenvolvimento regional no Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Editora da FGV, 2012.

SILVA, Robson Dias; MATOS, Manuel Victor Martins. Petróleo e Desenvolvimento regional: o Rio de Janeiro no pós-boom das commodities. **Revista de Desenvolvimento Econômico-RDE**, Salvador/BA, v. 2, n. 34, 2016. Disponível em: <https://revistas.unifacs.br/index.php/rde/article/view/4437>. Acesso em: 3 abr. 2024.

SOBRAL, Bruno Leonardo Barth. Limites ao Desenvolvimento do Estado do Rio de Janeiro: Aspectos Estruturais de seu Processo de Industrialização no período recente. **Revista Econômica**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, 2009. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/revistaeconomica/article/view/34883>. Acesso em: 3 abr. 2024.

SOBRAL, Bruno Leonardo Barth. Finanças Públicas Fluminenses e Tensão Federativa: uma abordagem da crise a partir das especificidades econômicas e do marco de poder. Monografia (prêmio Ministro Gama Filho 2018) Escola de Contas e Gestão do TCE-RJ. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: [https://www.tcerj.tc.br/portalecg/pagina/pmgf\\_2018](https://www.tcerj.tc.br/portalecg/pagina/pmgf_2018). Acesso em: 3 abr. 2024.

THE ATLAS OF ECONOMIC COMPLEXITY, 2021. Disponível em: <https://atlas.cid.harvard.edu/growth-lab>. Acesso em: 5 nov. 2023.

THE OBSERVATORY OF ECONOMIC COMPLEXITY (OEC). Disponível em: <https://oec.world/en/>. Acessado em: 29 nov. 2023.

VASCONCELLOS, Bianca Louzada Xavier. **Oportunidades Produtivas Para as Mesorregiões do Estado do Rio de Janeiro**: análise em redes sob as perspectivas da complexidade econômica e da geografia econômica evolucionária. Tese (Doutorado em Políticas Públicas), Universidade Federal do Rio de Janeiro - Instituto de Economia, Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/360631201\\_OPORTUNIDADES\\_PRODUTIVAS\\_PARA\\_AS\\_MESORREGIOES\\_DO\\_ESTADO\\_DO\\_RIO\\_DE\\_JANEIRO\\_analis\\_e\\_em\\_Redes\\_sob\\_as\\_perspectivas\\_da\\_Complexidade\\_Economica\\_e\\_da\\_Geografia\\_Economica\\_Evolucionaria](https://www.researchgate.net/publication/360631201_OPORTUNIDADES_PRODUTIVAS_PARA_AS_MESORREGIOES_DO_ESTADO_DO_RIO_DE_JANEIRO_analis_e_em_Redes_sob_as_perspectivas_da_Complexidade_Economica_e_da_Geografia_Economica_Evolucionaria). Acessado em: 29 nov. 2023.

Os artigos assinados são de inteira responsabilidade dos autores, bem como no que se refere ao uso de imagens.