

## **A economia mundial como rede complexa**

*Renan Abrantes de Sousa<sup>1</sup>*

Esse é o primeiro de uma série de textos no blog que abordarão o papel da complexidade no desenvolvimento econômico. [Complexidade](#) é aquilo que se observa em um sistema composto por um grande número de agentes inter-relacionados, sem controle central, cujo comportamento global emergente não pode ser explicado ou previsto pela soma do comportamento individual dos agentes. O estudo da complexidade, bem como do mapeamento das interações em um sistema complexo, ou seja, das redes complexas, não é [originário](#) das ciências sociais. Dentre as aplicações de origem mais conhecidas, estão, por exemplo, pesquisas sobre a relação entre genes, proteínas e metabólitos para compreender o funcionamento das células e [pesquisas](#) sobre as conexões neurológicas para entender as funções cerebrais. Nas últimas décadas, entretanto, a aplicação das redes complexas ganhou tração nas ciências sociais, sendo identificadas em [cidades](#), na [internet](#), no [mercado financeiro](#), no [comércio internacional](#), entre outros.

Aplicar conceitos de outros campos de estudo não é novidade para os economistas há um bocado de tempo: os pais do marginalismo, Walras e Jevons, revolucionaram nosso campo de estudo ao importarem da Física Mecânica as noções de equilíbrio estável e otimização restrita. Utilizando o instrumental de ciência de redes e complexidade, provavelmente o trabalho que até hoje obteve maior impacto na Economia é o de [Hausmann e Hidalgo](#). Ao observar dados de exportação de bens, esses autores [concluíram](#) que o desenvolvimento econômico de um país está intimamente relacionado com o que ele produz. Países mais desenvolvidos seriam aqueles que produzem bens mais complexos, geralmente industriais, como máquinas e computadores, enquanto os menos desenvolvidos seriam especializados em produzir produtos primários, como soja.

Os primeiros passos dados para compreender a natureza do desenvolvimento econômico no âmbito da complexidade fizeram renascer o [debate](#) sobre o [papel da indústria](#) na trajetória virtuosa de acumulação de riqueza pelos países. Nesse primeiro artigo sobre o tema, proponho que alterar a base de dados do trabalho seminal de Hausmann e Hidalgo pode contribuir para esse debate, lançando algumas conclusões iniciais. Apesar do pioneirismo brilhante em se utilizar exportações de bens para observar o desenvolvimento de um país, esses dados ignoram as relações econômicas desempenhadas domesticamente, bem como a importância dos serviços para a geração de valor econômico, que representam quase [70%](#) da produção mundial. Ademais, atrelar a geração de valor a bens finais também pode ser inadequado, uma vez que está cada vez mais relacionada ao conceito de atividades. Nesse sentido, observar a cadeia

---

<sup>1</sup> Mestrando em Economia (UnB) e Analista do Banco Central do Brasil.

produtiva capturaria melhor o [processo](#) pelo qual se embute valor a produtos, levando em conta a gama complexa de conexões entre os setores ao longo do processo produtivo. A [cadeia produtiva do iPhone](#), por exemplo, envolve pesquisa e desenvolvimento, *design*, desenvolvimento de plataforma e de sistema operacional, *marketing*, produção de semicondutores e de telas de LCD, montagem do produto e diversas outras atividades.

Para operacionalizar a análise de complexidade por meio de cadeias produtivas, utilizo uma matriz mundial de insumo-produto, a [WIOD](#). Essa base de dados compreende as relações entre 56 setores de 43 países, totalizando 85% do PIB mundial. A WIOD apresenta a relação econômica que cada setor de cada país tem com todos os outros setores de todos os países. Para os 2408 “agentes” – setores produtivos – da economia mundial, há quase 6 milhões de conexões que compõem essa malha econômica. Após tratamento de dados\*, restaram cerca de 30.000 conexões, com um número médio de conexões por setor-país igual a 18. Os dados da economia mundial de 2014 foram plotados no aplicativo de redes [Gephi](#), via algoritmo de visualização [OpenOrd](#). Veja o resultado abaixo.

Cada nó representa um setor de um país. O tamanho do nó é a soma das suas conexões, ou seja, tanto do que foi oferecido como do que foi demandado de insumos de outros setores. A cor de cada nó segue um [algoritmo](#) de detecção de comunidades de acordo com as relações que cada nó tem com seus pares. Como é de se esperar, a cadeia produtiva se organiza de maneira a possuir maior relacionamento entre setores do mesmo país. Dessa maneira, mesmo sem forçar tal resultado, há a formação de agrupamentos de mesma cor, que representam, ultimamente, um país. Os setores brasileiros – os nós verdes ao lado da China – possuem natureza marginal na cadeia global de valor. Estão pouco conectados a setores externos e, quando conectados, a poucos países. Curiosamente, o país mais conectado aos setores brasileiros é a [China](#), não os Estados Unidos.

Note, também, a posição central dos setores estadunidenses na rede. Isso ocorre, em boa parte, devido à grande importância dos setores aos quais os setores americanos estão conectados. A [eigentralidade](#), uma das diversas medidas de importância de cada nó na rede, captura esse efeito “diga-me com quem andas que eu te direi quem és”. Já a centralidade de [intermediação](#) mede a capacidade de um nó de transmitir informação para toda a rede, como um *broker*. Se para “caminhar” entre dois nós quaisquer da rede, deve-se passar frequentemente por um nó específico, esse nó possuirá grande centralidade de intermediação.

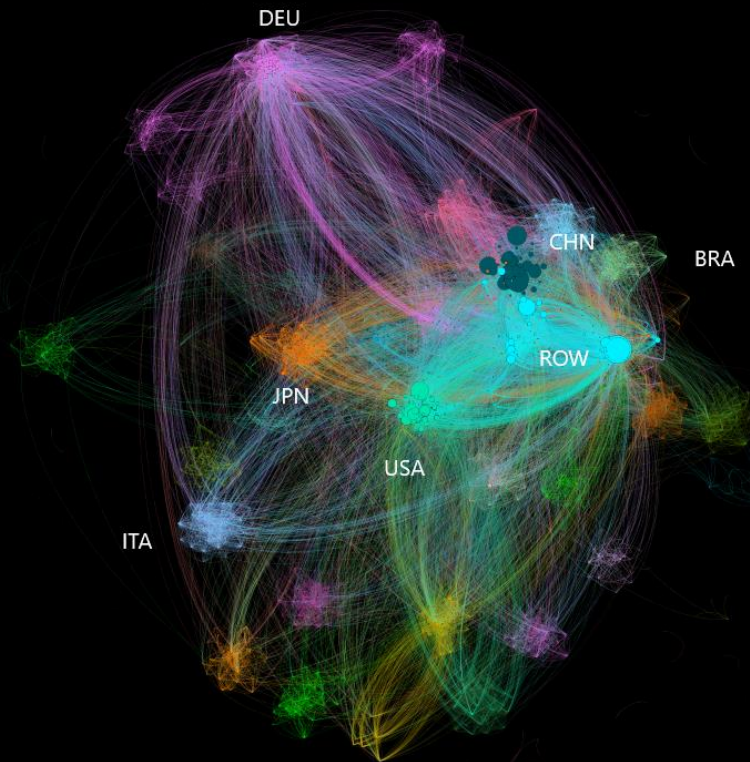
De acordo com os resultados da Tabela 1 abaixo, os nós que possuem as maiores estatísticas de centralidade na rede são os setores industriais. Dessa maneira, a participação desses setores nas cadeias domésticas e globais de valor não somente revela a capacidade de contribuir diretamente à geração de valor, já que são os maiores nós da rede, como também a capacidade de [conectar](#) diversos setores ao longo do

processo de produção, já que são os nós mais centrais da rede. O mais importante, certamente, é essa capacidade de servir como *hubs*, de conectar setores, pois ela amplifica o papel indutor que as atividades industriais possuem, similar à ideia de *backward* e *forward linkages*, proposta por [Hirschman](#) décadas atrás. Antes de fazer qualquer análise sobre a complexidade econômica das atividades industriais, é importante ressaltar, portanto, que essas atividades demandam e são demandadas por soluções que muitas vezes transbordam o seu escopo, gerando inovação e ganhos econômicos difusos. Não à toa, apesar de representar 15% do valor adicionado do PIB da União Europeia em 2015, a indústria correspondeu por [64%](#) dos investimentos totais em P&D.

O estudo da economia mundial como rede complexa pode auxiliar a compreender a função que atividades econômicas desempenham nesse grande emaranhado produtivo. Estatísticas de redes apontam a importância das atividades industriais como conectores econômicos, podendo funcionar como catalizadores de outras atividades. Para escapar da [armadilha da renda média](#) e garantir o desenvolvimento econômico, seria suficiente, portanto, apenas industrializar um país? E qual seria o [papel dos serviços](#)? E o relacionamento entre indústria e serviços na trajetória do desenvolvimento econômico? Internalizar o instrumental de redes complexas parece ser importante para chegarmos um pouco mais perto de responder a essas perguntas. Entretanto, só conseguiremos usufruir eficientemente desse novo instrumental caso consigamos debater o problema de maneira agnóstica. Quem sabe, assim, para a ciência econômica, não se concretize a previsão de Stephen Hawking feita em 2000: *I think the next century will be the century of complexity*.

\*O tratamento de dados consistiu em agrupar alguns setores para viabilizar a comparação entre setores de países e a aplicação de um filtro de US\$200 milhões para facilitar a visualização da rede.

## A Economia Mundial como Rede Complexa - 2014



Fonte: WIOD

Tabela 1. Medidas de Centralidade - Ranking de Setores

Atividade	Eigencentralidade Média	Weighted Degree Média
Construção	0.1559	221,753
Manufaturas de veículos	0.1146	118,649
Manufaturas de máquinas e equipamentos	0.0997	95,874
Manufaturas de produtos químicos	0.0905	141,569
Manufaturas de alimentos	0.0883	177,509
Manufaturas de metais básicos	0.0876	169,691
Manufaturas de computadores e eletrônicos	0.0807	118,154
Serviços Profissionais e Comerciais	0.0795	192,330
Refino de petróleo	0.0791	127,591
Comércio Atacadista	0.0791	159,313

Atividade	Betweenness Média	Weighted Degree Média
Mineração	0.0041	178,789
Comércio Atacadista	0.0032	159,313
Serviços Profissionais e Comerciais	0.0030	192,330
Construção	0.0030	221,753
Manufaturas de produtos químicos	0.0029	141,569
Manufaturas de máquinas e equipamentos	0.0024	95,874
Refino de petróleo	0.0023	127,591
Manufaturas de metais básicos	0.0021	169,691
Manufaturas de veículos	0.0021	118,649
Manufaturas de alimentos	0.0018	177,509

Versão deste texto foi publicada no blog [Economia de Serviços](#) em 21 de novembro de 2017.

Este texto está disponível em: <http://www.brasil-economia-governo.org.br/?p=3130>