

Christian Brannstrom

Lucas Seghezzo

Adryane Gorayeb

(Organizadores)

**DESCARBONIZAÇÃO NA AMÉRICA DO SUL:
CONEXÕES ENTRE O BRASIL E A ARGENTINA**

Junho, 2022

**DESCARBONIZAÇÃO NA AMÉRICA DO SUL:
CONEXÕES ENTRE O BRASIL E A ARGENTINA**

© 2022 Copyright by **Universidade do Estado do Rio Grande do Norte**

Impresso no Brasil / Printed in Brazil

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS

Diagramação eletrônica

Renan Rodrigues

Revisão

Rodrigo Silva de Oliveira

Capa

Luci Sacoleira

Impressão e Acabamento

Expressão Gráfica e Editora

Rua João Cordeiro, 1285 - Aldeota - Fortaleza - Ceará

CEP: 60110-300 - Tel.: (085) 3464-2222

E-mail: arte@expressaografica.com.br

Catálogo da Publicação na Fonte
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

Descarbonização na América do Sul: conexões entre o Brasil e a Argentina. / Christian Brannstrom, Lucas Seghezzeo e Adryane Gorayeb (Orgs). – Mossoró, RN: Edições UERN, 2022.

448 p.

ISBN: 978-85-7621-327-7

1. Energia Renovável - Descarbonização - América do Sul. 2. Energia eólica – Brasil - Impactos socioambientais. 3. Geografia ambiental. I. Brannstrom, Christian. II. Seghezzeo, Lucas. III. Gorayeb, Adryane. IV. Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. V. Título.

UERN/BC

CDD: 333.794

Bibliotecário: Jocelania Marinho Maia de Oliveira CRB 15 / 319

SUMÁRIO

Apresentação	9
---------------------------	----------

METODOLOGIAS APLICADAS ÀS ANÁLISES DA DESCARBONIZAÇÃO DO SUL GLOBAL

1. Análise da governança da energia renovável na América do Sul	14
<i>Christian Brannstrom e Lucas Seghezze</i>	
2. Análise de Redes Sociais (ARS) como ferramenta de estudo e gestão de processos de descarbonização	37
<i>Melisa Escosteguy, Carlos Ortega Insaurralde e Lucas Seghezze</i>	
3. Diagnóstico socioambiental participativo e cartografia social na avaliação de impactos da energia eólica	56
<i>Thomaz Xavier, Adryane Gorayeb e Christian Brannstrom</i>	
4. A metodologia Q para análise quali quantitativa das percepções sociais das energias renováveis	80
<i>Lucas Seghezze e Christian Brannstrom</i>	
5. Análise do discurso e codificação (coding) com foco nos documentos oficiais de licenciamento ambiental	102
<i>Wallason Farias de Souza, Antonio Jeovah de Andrade Meireles e Christian Brannstrom</i>	
6. Abordagens da economia política à indústria da geração eólica do nordeste brasileiro	128
<i>Mariana Traldi</i>	

- 7. Geoecologia da paisagem aplicada ao planejamento ambiental de empreendimentos de produção energética eólica150**
Edson Vicente da Silva, Giovanna de Castro Silva, Anderson Marinho da Silva, Clarissa Dantas Moretz-Sohn, Larissa de Pinho Aragão e Carlos Henrique Sopchaki
- 8. Metodologia aplicada na análise de ruídos causados por parques eólicos 168**
Lígia de Nazaré Aguiar, Ivan José Ary Júnior e Adryane Gorayeb
- 9. Metodologia de avaliação da vulnerabilidade de aquíferos em parques eólicos.....186**
Raquel Moraes Silva, Maria da Conceição Rabelo Gomes, Luis Glauber Rodrigues e Adryane Gorayeb
- 10. Vulnerabilidade energética e socioeconômica em domicílios na Argentina..... 205**
Rodrigo Javier Duran e Miguel Angel Condori

TECNOLOGIAS E PERSPECTIVAS PARA O FUTURO

- 11. Descarbonização com justiça? Conceitos e abordagens.....232**
Christian Brannstrom
- 12. Direito à energia elétrica e potenciais impactos ambientais e sociais249**
Mozart Otávio Guedes Maia, Herivelto Fernandes Rocha, Aglaer Nasia Cabral Leocádio, Hugo Muniz Bolognesi, Carla Kazue Nakao Cavaliero e Sônia Regina da Cal Seixas
- 13. Perspectivas da utilização de energia renovável no mundo e no Brasil.....274**
Hugo Muniz Bolognesi, Alyson Luz Pereira Rodrigues, Zoraide Souza Pessoa, Sônia Regina da Cal Seixas e Carla Kazue Nakao Cavaliero
- 14. Implicações geográficas do setor do hidrogênio verde no Brasil..... 293**
Christian Brannstrom e Adryane Gorayeb

- 15. Desafios sociais e ambientais da energia eólica offshore no Brasil 312**
Adryane Gorayeb, Christian Brannstrom, Marcelo de Oliveira Soares e Thomaz Xavier
- 16. Relações entre descarbonização, vulnerabilidades socioambientais e impactos regionais da energia eólica no contexto do Nordeste do Brasil: o caso do Rio Grande do Norte 329**
Zoraide Souza Pessoa, Luziene Dantas de Macedo, Rylanneive Leonardo Pontes Teixeira, Moema Hofstaetter, Yonara Claudia dos Santos, Eunice Ferreira Carvalho e Ellitamara Alves de Oliveira Melo
- 17. Expansão da produção de energia eólica em áreas protegidas do Rio Grande do Norte, Brasil..... 354**
Rodrigo Guimarães de Carvalho, Ramiro Gustavo Valera Camacho, Márcia Regina Farias da Silva, Dweynny Rodrigues Filgueira Gê, Fabiana Silva Medeiros Ferreira, Stênio Freitas Felix, Louize Nascimento, Osvaldo da Cunha e Maria Zilda Rosado Neta
- 18. Análise dos marcos institucionais para a exploração de lítio na América do Sul 375**
Martín A. Iribarnegaray, Elizabeth Jiménez, Ingrid Garcés, Mauricio Lorca, Melisa L. Escosteguy, Walter F. Díaz Paz e Araceli Clavijo
- 19. Energia eólica na Argentina: distribuição local 393**
Fernando Tilca e Juan Francisco Mathisson Malvasio
- 20. Transição energética e produção de lítio na Argentina: principais debates e desafios para a gestão da água em um contexto de escassez hídrica..... 408**
Walter F. Díaz Paz, Melisa L. Escosteguy, Araceli Clavijo, Lucas Seghezze e Martín Iribarnegaray
- 21. Conexões multiescalares para a produção de lítio na Argentina 425**
Melisa Escosteguy, Walter Díaz Paz, Araceli Clavijo, Martín Iribarnegaray e Lucas Seghezze

CAPÍTULO 2

ANÁLISE DE REDES SOCIAIS (ARS) COMO FERRAMENTA DE ESTUDO E GESTÃO DE PROCESSOS DE DESCARBONIZAÇÃO

Melisa Escosteguy¹

Carlos Ortega Insaurralde¹

Lucas Seghezzo¹

Resumo

A Análise de Redes Sociais (ARS) é uma metodologia quali-quantitativa utilizada para analisar diferentes tipos de interações entre atores. Através de métodos formais, permite investigar a estrutura social, partindo da premissa de que a vida social é produzida, em parte, por meio das relações sociais e dos padrões criados por essas relações. A ARS tem sido amplamente utilizada para abordar a governança dos recursos naturais e, em muitos casos, tem sido aplicada em conjunto com outros métodos, tanto qualitativos como quantitativos. Nos últimos anos, pesquisas têm sido realizadas usando a ARS para estudar questões relacionadas a sistemas energéticos e transições energéticas sustentáveis. O presente estudo apresenta alguns conceitos e ferramentas da ARS e fornece exemplos de suas diferentes aplicações em estudos relacionados a mudanças climáticas, governança de recursos naturais e processos de descarbonização. Por fim, é proposta uma contribuição ao estudo da produção de lítio na Argentina.

Palavras-chave: Análise de redes sociais. Descarbonização. Justiça energética. Transição energética.

Introdução

As mudanças climáticas e a busca pela sustentabilidade energética têm gerado uma discussão global sobre a necessidade de transições para fontes de energia mais sustentáveis ou zero carbono (GIELEN *et al.*, [2019](#)). Embora essas transições possam

¹ Instituto de Pesquisas em Energia não Convencional (INENCO), Conselho Nacional de Pesquisas Científicas e Técnicas (CONICET), Universidade Nacional de Salta (UNSa), Salta, Argentina. meliescosteguy@gmail.com

parecer positivas à primeira vista, há evidências de que podem criar novas injustiças e vulnerabilidades (SOVACOOOL *et al.*, 2019; SOVACOOOL, 2021; ESCOSTEGUY *et al.*, 2022, no prelo). É por isso que a ideia de transições justas ganha cada vez mais importância, o que aponta para a necessidade de que essas sejam o mais equitativas possíveis, garantindo trabalho decente, inclusão social, erradicação da pobreza e proteção ambiental (ZOGRAFOS e ROBBINS, 2020).

As ciências sociais podem contribuir para uma descarbonização socialmente justa por meio da análise de riscos, inovações tecnológicas, hierarquias sociais e gestão e regulação de sistemas energéticos (STERN *et al.*, 2016). Nesse contexto, o estudo empírico dos papéis dos atores e das redes sociais que determinam as escolhas e a tomada de decisão é particularmente importante. A Análise de Redes Sociais (ARS) é um método potencialmente adequado para essa tarefa, pois fornece um diagnóstico robusto das posições dos atores e suas relações, ajudando a determinar os pontos de alavancagem para transformar os sistemas energéticos, ao mesmo tempo em que permite identificar os atores marginalizados dos processos distributivos e de tomada de decisões. Em combinação com o referencial teórico da justiça energética (MCCAULEY *et al.*, 2019; SOVACOOOL *et al.*, 2019), a ARS pode ser uma ferramenta descritiva e analítica útil para o estudo e gestão dos processos de descarbonização, visando atingir os objetivos envolvidos na ideia de transições justas e sustentáveis.

A perspectiva das redes sociais agrupa teorias, modelos e aplicações expressas em conceitos ou processos relacionais (WASSERMAN; FAUST, 1994). A ARS, em particular, é uma metodologia quali-quantitativa baseada no conceito de rede social e utilizada para analisar diferentes tipos de interações entre atores ou agentes (SCOTT, 1988). Consiste na análise de sistemas de relações sociais representados por meio de redes (CARRINGTON; SCOTT, 2011). Por meio de métodos formais, fornece um modelo útil da estrutura social, partindo da premissa de que a vida social é produzida, em parte, através das relações sociais e dos padrões por elas criados (MARIN; WELLMAN, 2011). A ARS utiliza dados relacionais, ou seja, informações sobre os contatos, vínculos, conexões, atribuições a grupos e encontros que relacionam um agente a outro, sendo essas relações propriedades dos sistemas de agentes (SCOTT, 2000). Dentre os princípios básicos da ARS (WASSERMAN; FAUST, 1994), pode-se citar que: (1) os atores e suas ações são considerados interdependentes; (2) os vínculos são canais de transferência ou fluxo dos recursos; (3) a estrutura da rede estabelece oportunidades ou limites para a ação individual; e (4) as estruturas são padrões duradouros de relações entre atores.

A gama de aplicações da ARS está em constante crescimento (FREEMAN, 2004; SCOTT; CARRINGTON, 2011) e suas aplicações ambientais e energéticas começaram a surgir, particularmente em torno dos conceitos de governança e “cogestão adaptativa” de recursos naturais, onde os efeitos das redes sociais sobre os papéis e a ação coletiva das partes interessadas (*stakeholders*) são fatores importantes (BODIN; CRONA, 2009; PRELL *et al.*, 2009).

Neste capítulo, será apresentada a proposta metodológica da ARS e discutido o papel dessa metodologia em estudos que visem promover uma transição energética justa, usando como exemplo a rede global de produção de lítio na Argentina. Primeiramente, são apresentadas algumas definições e ferramentas metodológicas. Em seguida, são fornecidos exemplos de diferentes aplicações da ARS em estudos relacionados a mudanças climáticas, governança de recursos naturais e processos de descarbonização. Por fim, discute-se como a ARS pode contribuir para o estudo da produção de lítio na Argentina.

Conceitos e ferramentas para análise de dados relacionais por meio da ARS

Representação dos dados relacionais

A ARS surge da combinação de uma série de métodos que se concentram no estudo de aspectos relacionais da estrutura social e que dependem da disponibilidade de informações relacionais (SCOTT, [2000](#)). Para representar dados relacionais, a ARS utiliza duas ferramentas da matemática: gráficos e matrizes (HANNEMAN; RIDDLE, [2011](#)). Os gráficos que representam as redes sociais são compostos por um conjunto de vértices, também chamados de nós ou atores, e um conjunto de arestas, também chamadas de vínculos ou relações, que conectam pares de vértices (BORGATTI *et al.*, [2018](#)). No caso de relações assimétricas, essas são representadas por setas unidirecionais (arcos), enquanto que para dados simétricos, as relações são representadas apenas por uma linha. A maioria dos gráficos de rede são desenhados em um eixo X-Y, a localização dos nós é arbitrária e pode ser organizada dependendo do que se deseja exibir. Para fornecer informações sobre o tipo de ator representado por cada nó, são utilizadas diferentes cores e/ou tamanhos. Os nós podem ser diferenciados qualitativamente com base em seus atributos (gênero, escala em que atuam) – geralmente representados por cores –, e também quantitativamente com base no cálculo de algumas medidas que descrevem sua posição na rede – mais relações, maior tamanho, por exemplo. As arestas ou relações entre atores também podem ter atributos e também podem ser representados com cores e tamanhos diferentes para expressar o tipo ou força da relação (HANNEMAN; RIDDLE, [2011](#)). Os gráficos são uma forma simples e eficaz de representar redes e, no caso de redes pequenas, podem dar uma ideia geral sobre as características de toda a rede.

Ao analisar redes muito grandes ou quando se busca uma descrição formal das propriedades da rede, é necessário converter as informações relacionais em números. Para isso, as informações podem ser representadas por meio de matrizes de diferentes tipos (HANNEMAN; RIDDLE, [2011](#)). Vetores são matrizes que possuem apenas uma dimensão; na ARS, os vetores são usados para apresentar informações sobre os atributos dos atores. Todos os atores envolvidos na rede geralmente aparecem nas

linhas e os atributos na coluna seguinte. Matrizes quadradas ou de adjacência são matrizes com o mesmo número de linhas e colunas: em ambas aparece uma lista dos mesmos atores. Esse tipo de matriz é usado para descrever conexões entre cada par de atores, sendo a matriz mais utilizada em ARS. Geralmente, é uma matriz binária, onde os números 1 e 0 são usados quando há ou não relação, respectivamente. Essas matrizes podem ser simétricas (se A está ligado ao B, então logicamente B tem que estar ligado ao A) ou assimétricas ou direcionadas (se existe uma relação entre A e B, mas não entre B e A). Nesse caso, e por convenção, a direção de leitura das relações vai das linhas para as colunas: os atores dispostos nas linhas são os que enviam as relações, enquanto que os atores nas colunas as recebem (BORGATTI *et al.*, 2018). As matrizes múltiplas são usadas para representar diferentes tipos de relações. Embora seja recomendado o uso de matrizes separadas para cada tipo de relação, existem duas abordagens (redução e combinação) que permitem unificar vários tipos de relações em uma única matriz (BORGATTI *et al.*, 2018a).

Tipos de rede e definição de limites

Dependendo dos dados disponíveis e do objetivo do estudo, diferentes tipos de redes podem ser desenvolvidos. Há três tipos de rede classificadas de acordo com a natureza e quantidade dos conjuntos de atores envolvidos. As redes de um modo (*one-mode networks*) são aquelas que consideram um único conjunto de atores – todos da mesma natureza (alunos do ensino médio ou organizações) – e suas relações. As redes de dois modos (*two-mode networks*) são compostas por dois conjuntos de atores de natureza diferente (estudantes e organizações, por exemplo) e pelas relações que os conectam. Dentro desse tipo de rede também existem redes de afiliação (*affiliation networks*), em que um conjunto é representado por atores e o outro por eventos, e as relações são estabelecidas apenas entre eventos e diferentes subconjuntos de atores (WASSERMAN; FAUST, 1994).

Paralelamente aos tipos de rede há duas abordagens para estudar uma rede. A abordagem *whole network* analisa a rede como um todo, é uma perspectiva “top down” que nos permite observar e medir aspectos de redes sociais completas e prever algumas de suas dinâmicas (HANNEMAN; RIDDLE, 2011). Dado que para o estudo de alguns problemas ou casos particulares pode ser importante focar em atores individuais e suas conexões, surge a abordagem *ego-networks*, uma perspectiva “bottom up”. As *ego-networks* compreendem um conjunto de nós conectados a um nó principal, chamado “ego”, e todas as relações que existem entre eles (HANNEMAN; RIDDLE, 2005). Essa abordagem é útil para comparar estruturas em torno de diferentes egos e para analisar como determinados atores sociais se encaixam em uma rede de relações.

Juntamente com a definição do tipo de rede e a abordagem para analisá-la, é importante estabelecer os limites da rede a ser estudada. Traçar os limites de uma rede que não parece ser naturalmente demarcada é um problema recorrente. Diante disso,

duas estratégias têm sido propostas: a realista e a nominalista. A estratégia realista propõe tomar o ponto de vista dos atores envolvidos; uma rede é um fato social desde que seja conscientemente vivenciada como tal pelos atores que a compõem; enquanto que na estratégia nominalista a rede parte dos propósitos do pesquisador, o limite é estabelecido de acordo com o referencial do observador (e não dos participantes) (EMIRBAYER, 1997). De acordo com essa segunda estratégia, quando grupos naturalmente definidos não estão sendo estudados, os limites da rede são estabelecidos a partir da pergunta da pesquisa (BORGATTI *et al.*, 2018a).

Obtenção de dados relacionais

A seleção do método a ser utilizado para obter informações relacionais também pode implicar em alguns problemas na medida em que as relações sociais são produzidas a partir das definições geradas pelos membros do grupo sobre determinada situação ou contexto (SCOTT, 2000). A seleção do instrumento de coleta dependerá, em última instância, das características do grupo, da rede que está sendo analisada, dos tipos de relações a serem estudadas, da pergunta da pesquisa (BORGATTI *et al.*, 2018) e, se houver, das informações já disponíveis. Entre as técnicas mais utilizadas para a coleta de dados estão os questionários ou pesquisas, entrevistas, observação e trabalho em arquivo (WASSERMAN; FAUST, 1994).

Os questionários são um dos instrumentos mais comuns, principalmente quando os atores analisados são pessoas. Geralmente incluem perguntas sobre as relações que o entrevistado tem com outros atores e são muito úteis para obter informações sobre toda a rede. Diferentes técnicas podem ser usadas para perguntar sobre relações. Uma possibilidade é fornecer ao entrevistado uma lista de atores (*roster*) e pedir para que ele informe se possui vínculos com eles. Para construir a lista, o pesquisador deve saber quem são os atores envolvidos na rede antes de começar a coletar as informações. Outra opção é a utilização da técnica de *free recall*, na qual o entrevistado é solicitado a mencionar diretamente os atores com os quais se relaciona em função de alguma relação em particular. Dessa forma, são os entrevistados que fornecem uma lista de nomes. Embora as listas de atores sirvam para simplificar o questionário e evitar que os informantes esqueçam de citar alguns atores, elas têm como desvantagem a necessidade de delimitar e conhecer a rede com antecedência e, se a rede for muito grande, a pesquisa pode ser muito extensa e cansativa para os participantes (BORGATTI *et al.*, 2018a).

Por sua vez, os métodos de recordação (*recall methods*) são úteis para investigar pequenas redes ou *ego-networks*, mas é necessário que os entrevistados recordem e preencham todas as relações do questionário e que o pesquisador assegure que coincidam os atores que podem ser mencionados com nomes diferentes (MARSDEN, 2011). Ao usar os *recall methods*, pode-se fazer uma pergunta muito ampla, por meio da qual o entrevistado menciona o número de atores que ele lembra ou considera conveniente, ou pode ser solicitado que ele liste um certo número de atores. É muito comum nesse

método utilizar a técnica de bola de neve (*snowball*), através da qual os informantes são selecionados à medida que são mencionados por um ou mais *egos*. Quando a intensidade ou força da relação é necessária, os entrevistados podem ser solicitados a classificar, priorizar ou atribuir um valor à relação (BORGATTI *et al.*, 2018a).

As entrevistas também podem servir para a coleta de informações relacionais. As entrevistas em profundidade ou semiestruturadas são utilizadas quando não é possível realizar uma pesquisa e, como essa última, podem ser realizadas presencialmente ou remotamente. Borgatti *et al.* (2018a) afirmam que a realização de um trabalho etnográfico prévio à coleta de informações é importante para explorar os tipos de relações existentes e os termos apropriados para a elaboração dos questionários. Também propõem que, uma vez formulados, devem ser testados para garantir que aqueles que irão responder entendam claramente o significado da pergunta. Para esses autores, o trabalho etnográfico também é útil no final do estudo para testar os resultados e verificar se eles são válidos do ponto de vista dos atores envolvidos. Essa prática de realizar a etnografia no início e no final do trabalho é definida pelos autores como sanduíche etnográfico. A observação é outra forma de obter dados relacionais e é muito eficaz para coletar informações sobre pequenos grupos que têm interações frequentes face a face, ou quando os atores envolvidos não podem responder a questionários ou entrevistas (WASSERMAN; FAUST, 1994).

Fontes históricas e trabalhos de arquivo têm sido utilizados para o estudo das redes sociais. As fontes selecionadas para coletar os dados devem conter informações relacionais que possam ser convertidas em redes (BORGATTI *et al.*, 2018a). Algumas dessas fontes são inerentemente relacionais (arquivos de casamento ou registros de transações), enquanto que em outros casos as interações podem ser identificadas a partir de fontes menos estruturadas, codificando narrativas ou registros escritos para encontrar nomes de diferentes atores, eventos e locais. Uma vantagem das fontes históricas é sua natureza longitudinal que permite que as redes sejam estudadas ao longo do tempo. Semelhante ao uso de fontes históricas, fontes online também podem ser usadas. Muitos trabalhos usam fontes secundárias, como artigos publicados em jornais, artigos científicos ou estatísticas para construir a rede. Nesses casos, ferramentas como a codificação são muito valiosas para organizar dados que, a princípio, não estão dispostos de forma relacional.

Conceitos e medidas para analisar redes sociais

A ARS fornece uma série de ferramentas, conceitos e medidas (ou cálculos) que permitem analisar quantitativamente a estrutura da rede, a posição dos atores, a existência de subgrupos e a intensidade das relações, entre outros. Essas ferramentas podem ser aplicadas ao nível de toda a rede, atores ou relações e podem ser complementadas com abordagens qualitativas que ajudem a entender melhor a estrutura.

Medidas de toda a rede

Para começar a analisar a rede, consideram-se dois conceitos muito simples: tamanho e densidade. O tamanho da rede é medido contando o número de nós presentes: em uma rede há sempre $k * k^{-1}$ pares ordenados de atores, onde k é o número de atores. A densidade de uma rede binária é simplesmente a proporção de todas as relações possíveis que estão realmente presentes, ou seja, a soma das relações existentes dividida pelo número de vínculos possíveis. O tamanho e a densidade fornecem uma primeira visão sobre a estrutura da rede; no entanto, o que realmente importa é saber como as relações são estruturadas. Para isso, existem índices que mostram vários aspectos das conexões: acessibilidade, conectividade, distância, reciprocidade, transitividade e *clustering* (HANNEMAN; RIDDLE, 2011).

No que diz respeito à acessibilidade, diz-se que um ator é acessível ou alcançável por outro se houver um conjunto de relações que os conecte, independentemente de existirem outros nós entre o ator de origem e o de destino. Quando os dados são direcionados, é possível que o nó A possa alcançar o B, mas que o nó B não possa acessar A. Quando os dados são simétricos, entretanto, cada par de atores é alcançável entre si, ou não. O conceito de acessibilidade também permite identificar se há divisões ou subpopulações na rede (atores que não podem acessar a outros). A conectividade refere-se aos caminhos que existem para conectar dois atores; esses atores têm alta conectividade se houver diferentes maneiras de o sinal enviado por um deles chegar ao outro. A medida de conectividade de ponto (*point connectivity*) mede o número de nós que devem ser removidos da rede para que um ator fique inacessível para outro e é útil para entender aspectos como dependência e vulnerabilidade na rede. A distância, ou distância geodésica, refere-se à distância do caminho entre dois atores; se dois atores são adjacentes, então a distância entre eles é 1, pois um único passo é necessário para que um sinal (informação, recursos etc.) passe de um para o outro. Para dados binários, a distância geodésica é o número de relações no caminho mais curto possível para um ator alcançar outro.

Quando a informação direcionada é analisada, também é possível abordar a reciprocidade das relações. As menores estruturas sociais existentes em uma rede são conhecidas como díades: as relações entre dois atores. Existem três tipos de díades: nula (quando não há relação), em uma direção ou em ambas as direções. Até que ponto uma rede é caracterizada por relações recíprocas ou díades ajuda a entender o grau de coesão da rede. Focando nas díades, pode-se obter uma taxa de reciprocidade investigando a proporção de pares de atores que mantêm relações recíprocas entre si. Por outro lado, se o foco estiver nas relações, é possível descobrir qual porcentagem de todos os vínculos possíveis fazem parte de estruturas recíprocas e qual porcentagem do número total de vínculos reais participa das relações recíprocas. Costuma-se supor que as redes que têm predominância de relações nulas ou recíprocas são mais estáveis do

que aquelas que têm muitas conexões assimétricas, uma vez que relações hierárquicas podem aparecer nessas últimas. Quando são consideradas as tríades, ou seja, trios de atores, pode-se analisar a transitividade: uma tríade é transitiva quando se espera que A esteja relacionado com B, e B esteja relacionado com C, então, A está relacionado com C. Na ARS muitas vezes se deduz que as redes que têm muita transitividade tendem a ter uma estrutura grumosa, contendo nós de nós que estão todos inter-relacionados (BORGATTI *et al.*, 2018a).

Normalmente, em redes muito grandes, há uma proporção significativa de todas as relações altamente agrupadas (*clustered*) em grupos menores. Para calcular o grau em que uma rede não direcionada possui áreas de alta e baixa densidade, pode-se usar o chamado coeficiente de agrupamento (*clustering coefficient*). Essa medida calcula primeiramente o coeficiente de agrupamento individual, a densidade de vínculos na rede ego de cada nó (ou seja, a densidade de vínculos entre os nós conectados a um determinado nó) e, em seguida, calcula a média desse valor em todos os nós para obter o coeficiente de agrupamento geral. Para calcular esse coeficiente, também pode ser usada uma medida ponderada (*weighted overall clustering coefficient*) (BORGATTI *et al.*, 2018a). Considerando toda a rede, é possível analisar as conexões que existem entre os grupos e se existem subpopulações definidas por atributos compartilhados ou contextos semelhantes. Existem medidas como densidade de blocos – para investigar os padrões de interação dentro de blocos e entre blocos de nós do mesmo tipo – e conceitos como clique, clã, plex, componente, facção para analisar como as redes são estruturadas com base em grupos [uma discussão completa sobre essas ferramentas pode ser encontrada em Hanneman e Riddle (2011)].

Medidas para nós ou atores

Uma das ferramentas mais utilizadas para análise em nível de ator é a centralidade, propriedade referente à posição dos nós em uma rede que, mais do que uma única medida, é uma família de conceitos (BORGATTI *et al.*, 2018a). A centralidade pode ser definida em primeira instância como a importância estrutural de um nó para a rede. No entanto, existem diferentes maneiras pelas quais um nó pode ser importante: porque recebe de forma mais rápida a informação que circula, porque pode difundir a informação rapidamente ou porque garante que a informação chegue aos atores que de outra forma ficariam sem comunicação etc. Essas diferentes formas de importância deram origem a diferentes medidas de centralidade e a diferentes abordagens ou procedimentos para calculá-las.

Alguns autores sugerem que existe uma relação entre centralidade e poder (HANNEMAN; RIDDLE, 2011). O poder pode ser considerado como uma propriedade fundamental das estruturas sociais. Embora não haja muito consenso sobre como defini-lo, um pressuposto comum da abordagem de rede social é que o poder é relacional (BORGATTI *et al.*, 2018a), ou seja, é o resultado de diferentes padrões

de interação. Nesse caso, os atores que são mais centrais em uma rede podem ser mais influentes e poderosos. Vários trabalhos adaptaram diferentes medidas de centralidade para analisar o poder, porém, até que ponto a centralidade é um indicador de poder ainda é uma questão de debate. De qualquer forma, a centralidade é fundamental para contribuir com o estudo de como os atores participam de uma rede e como isso leva a limites ou oportunidades para cada um deles. É comum supor que aqueles atores com menos limitações e mais oportunidades estão em posições mais favoráveis. A centralidade é a abordagem mais comum para entender as causas ou fontes das vantagens e desvantagens de um ator. Aqui mencionaremos apenas as medidas de centralidade que aparecem com mais frequência na literatura.

A *degree centrality* é uma das medidas mais simples de centralidade, pois calcula o número de relações que um ator possui. Em uma rede direcionada, é possível distinguir entre centralidade *in-degree* e *out-degree*, levando em consideração o número de relações que um ator recebe e o número de relações que ele envia, respectivamente. Dessas medidas podem derivar algumas ideias sobre prestígio e influência: um ator que recebe muitas relações pode ser definido como prestigioso e aquele que envia muitas relações pode ser considerado influente. Um dos problemas dessa ferramenta é que ela considera todos os contatos de um ator como equivalentes ou similares. Nos casos em que é útil analisar as conexões de um ator com outros atores bem conectados, utiliza-se a medida *eigenvector centrality*. Essa calcula a centralidade de um ator em relação à soma das centralidades dos atores com os quais ele se conecta, primeiro são contados os vínculos dos atores e depois contados novamente, ponderando cada contato pelo seu grau de centralidade (BORGATTI; BRASS, 2014). Se a rede que estamos analisando for direcionada, há uma variação para analisar essa medida, conhecida como centralidade *beta*, a qual é descrita em detalhes em Bonacich e Lloyd (2001) e Borgatti *et al.* (2018a).

Outra desvantagem da *degree centrality* é que ela leva em conta apenas as relações imediatas de um ator (HANNEMAN; RIDDLE, 2011). Quando também é necessário conhecer a centralidade a partir das conexões indiretas com todos os atores da rede, outra medida é aplicada, a centralidade de proximidade (*closeness centrality*). Esse cálculo se refere à propriedade de estar a uma curta distância de todos os outros nós da rede. Por “distância” entendemos aqui o número de nós ou atores que existem no caminho mais curto entre dois nós. Em sua forma mais simples, a centralidade de proximidade soma as distâncias de um nó a todos os outros (BORGATTI; BRASS, 2014). Outra medida que examina os caminhos mais curtos é a centralidade de intermediação (*betweenness centrality*), a contagem do número de vezes que um determinado nó é encontrado no caminho mais curto entre dois outros nós (FREEMAN, 1979). Assim, essa medida de um ator sobre os melhores caminhos entre outros pares de nós atinge seu valor máximo quando o nó analisado está ao longo de cada caminho mais curto entre cada par de nós. Por esse motivo,

essa medida pode ser interpretada como o potencial de controle que um nó possui sobre os fluxos da rede.

Medidas para as relações

No nível de relação, há também algumas ferramentas que servem para se ter uma ideia geral sobre os vínculos que estruturam a rede. Um dos parâmetros que geralmente é levado em consideração é a intensidade da relação. Essa ferramenta é principalmente uma propriedade visual, pois não pode ser quantificada. Alguns autores propõem que possa ser analisada a partir de uma análise qualitativa, em que seis dimensões podem ser consideradas: alcance, frequência, duração, controle, confiança e investimento no entendimento mútuo (NOOTEBOOM; GILSING, [2004](#)).

Softwares utilizados

Geralmente, alguns softwares são usados para trabalhar com dados relacionais. Como os programas que existem para esse fim são muitos, aqui descreveremos apenas os três mais utilizados: UCINET, Pajek e Gephi [para uma revisão mais completa ver Huisman e van Dujin ([2011](#))].

UCINET 6 é um pacote completo para a análise de dados de redes sociais. Usado principalmente em ciências sociais para analisar dados sociométricos, permite trabalhar com redes muito grandes e contém um número significativo de métodos para sua análise. Dentre eles, podemos citar diversas rotinas analíticas usadas para a detecção de subgrupos, calcular diferentes medidas de centralidade, trabalhar com *ego-networks* e para a análise de *clusters*, equivalência e modelos centro-periferia (HUISMAN; VAN DUJIN, [2011](#)). O UCINET aceita um grande número de dados e formatos de arquivo, facilitando seu carregamento e exportação de dados (BORGATTI *et al.*, [2018b](#)). O programa é instalado juntamente com o NetDraw, um programa complementar para visualização de rede. O NetDraw possui propriedades avançadas para o desenvolvimento de gráficos e permite atribuir características a nós e linhas, baseando-se em elementos como cor, tamanho e forma dos símbolos usados para representar nós e linhas (BORGATTI *et al.*, [2018b](#)).

O Pajek é um pacote de software Windows disponível gratuitamente que permite a análise e visualização de redes sociais muito grandes (BATAGELJ; MRVAR, [2010](#)). Algumas de suas principais vantagens incluem a capacidade de reduzir redes com um grande número de atores em redes menores que podem ser analisadas por métodos mais sofisticados, a presença de ferramentas de visualização muito poderosas (visualizações 2D e 3D) e a possibilidade de aplicar uma seleção de algoritmos de rede muito eficientes (HUISMAN; VAN DUJIN, [2011](#)). De acordo com seus desenvolvedores (BATAGELJ; MRVAR, [2010](#)), Pajek é essencialmente uma coleção de procedimentos baseados em seis tipos de dados: rede, partição, *cluster*, vetor, permutação e hierarquia.

Apesar de não possuir rotinas para realizar análises estatísticas, existe a opção de baixar o R ou SPSS a partir do Pajek. Informações mais detalhadas sobre o programa podem ser encontradas em Mrvar e Batagelj (2016) e no curso *Exploratory Social Network Analysis With Pajek* (NOOY et al., 2018).

O Gephi é um *software* gratuito para Windows, Linux e Mac OS X que fornece ferramentas interativas de exploração e visualização de rede. Ele permite que analistas de dados relacionais revelem intuitivamente padrões e tendências nas redes analisadas, combinando diferentes funções para explorar, analisar, espacializar, filtrar, agrupar, manipular e exportar todos os tipos de gráficos. Esse programa permite trabalhar com redes muito grandes (cerca de 20.000 nós) e exibir gráficos muito amplos em tempo real.

Possíveis contribuições da ARS para o estudo dos processos de descarbonização e produção de lítio na Argentina

Nos últimos anos, houve um aumento no número de pesquisas com ARS para estudar questões relacionadas a mudanças climáticas, governança de recursos naturais e processos de descarbonização. Saber como esses estudos aplicam a abordagem de rede social é fundamental para explorar como a ARS pode ser usada em pesquisas futuras. Esta seção apresenta alguns exemplos de publicações sobre o tema que foram selecionadas a partir da busca de artigos científicos no buscador *Science Direct*. Como resultado da busca, foram obtidos 81 artigos.

Considerando-se as ferramentas e medidas detalhadas na seção anterior, o [Quadro 1](#) apresenta alguns dos resultados da busca, selecionados e classificados de acordo com os tópicos, método de coleta de informações, medidas calculadas e software utilizado. Em geral, há uma produção considerável de estudos que utilizam a ARS aplicando diferentes abordagens teóricas e, muito frequentemente, em combinação com outros métodos. Há uma tendência de coletar dados relacionais de bancos de dados online e calcular medidas de centralidade. Essa última pode estar relacionada com a ideia de que os atores mais centrais são os mais influentes, por isso devem ser considerados na análise da gestão das transições. Vale ressaltar que muitos dos estudos sistematizados propõem uma série de recomendações ou sugestões para melhorar e tornar as transições mais efetivas.

Quadro 1 - Artigos selecionados, ordenados por tema, método de coleta de dados, medidas e software utilizado

TEMAS	Inovação tecnológica		Aaldering <i>et al.</i> (2019); de Paulo <i>et al.</i> (2020); Li <i>et al.</i> (2018); Minas <i>et al.</i> (2020); Scherrer <i>et al.</i> (2020)
	Governança ambiental		DiGregorio <i>et al.</i> (2019); Kratzer (2018); Pisani <i>et al.</i> (2020)
	Mitigação das mudanças climáticas		Ortega Díaz e Gutiérrez (2018); Williams <i>et al.</i> (2015); Yla-Anttila <i>et al.</i> (2018).
	Transição energética		Buth <i>et al.</i> (2019); Danzi <i>et al.</i> (2019); Falcone <i>et al.</i> (2018); Hacking e Flynn (2016); Kharanagh <i>et al.</i> (2019)
	Conflito		Whishart (2019)
COLETA DE DADOS	Bancos de dados online		Aaldering <i>et al.</i> (2019); de Paulo <i>et al.</i> (2020); Li <i>et al.</i> (2018); Williams <i>et al.</i> (2015)
	Pesquisas e questionários		Sun <i>et al.</i> (2015)
	Entrevistas		Kratzer <i>et al.</i> (2018)
	Fontes secundárias		Wishart (2019)
	Métodos mistos	Dados secundários + entrevistas ou pesquisas	Daher <i>et al.</i> (2020); Di Gregorio <i>et al.</i> (2019); Falcone <i>et al.</i> (2018); Hacking e Flynn (2016); Ortega Díaz e Gutiérrez (2018); Scherrer <i>et al.</i> (2020); Yla-Antilla <i>et al.</i> (2018)
		Entrevistas ou pesquisas + desenho de rede	Buth <i>et al.</i> (2019); Minas <i>et al.</i> (2020)
Bancos de dados + entrevistas ou pesquisas		Danzi <i>et al.</i> (2019); Mander <i>et al.</i> (2017)	
MEDIDAS	Centralidade		Aaldering <i>et al.</i> (2019); Danzi <i>et al.</i> (2019); Falcone <i>et al.</i> (2018); Hacking e Flynn (2016); Scherrer <i>et al.</i> (2020); Sun <i>et al.</i> (2015)
	Medidas de rede (forma, densidade, hierarquia, afinidade) + centralidade		Di Gregorio <i>et al.</i> (2019); Mander <i>et al.</i> (2017); Minas <i>et al.</i> (2020)
	Modelo de bloco, modularidade e <i>clustering</i> (sempre combinadas com outros cálculos)		de Paulo <i>et al.</i> (2020); Li <i>et al.</i> (2018); Pisani <i>et al.</i> (2020); Wishart (2019)
	Nível de rede + nível de nó + nível de ator		Buth <i>et al.</i> (2019); Daher <i>et al.</i> (2020)

SOFTWARE	UCINET	Daher <i>et al.</i> (2020); Falcone <i>et al.</i> (2018); Hacking e Flynn, 2016; Mander <i>et al.</i> (2017); Pisani <i>et al.</i> (2020); Wishart (2019)
	Gephi	Aaldering <i>et al.</i> (2019); de Paulo <i>et al.</i> (2020); Kratzer (2018); Li <i>et al.</i> (2018); Minas <i>et al.</i> (2020); Pisani <i>et al.</i> (2020); Williams <i>et al.</i> (2015); Wishart (2019)
	Pajek	Di Gregorio <i>et al.</i> (2019)

* Referências bibliográficas ver anexo.

Fonte: De autoria própria.

No momento da redação deste capítulo, os autores fizeram progressos na aplicação da ARS em combinação com a estrutura de justiça energética para o estudo da ecologia política da rede de produção de lítio na Argentina. O lítio tornou-se um elemento chave para os processos de descarbonização devido à sua capacidade de armazenar energia de fontes renováveis e pela sua utilização em veículos elétricos. O objetivo geral da pesquisa foi analisar como o poder e os impactos socioambientais se distribuem nessa rede produtiva.

Na primeira fase deste estudo foram descritas e analisadas as injustiças produzidas pela extração de lítio na Puna argentina (ESCOSTEGUY *et al.*, 2022, no prelo). Na segunda fase, os atores ligados à rede de produção de lítio foram identificados por meio de documentação secundária (relatórios de empresas e do governo, artigos jornalísticos e artigos acadêmicos) e registros de campo. Os atores selecionados incluíram 44 comunidades locais, 12 instituições municipais, 24 instituições estaduais, 13 instituições nacionais e 20 empresas. Uma vez identificados os atores, foi feito um diagrama que incluiu todos os atores da rede, o qual serviu para elaborar algumas hipóteses sobre as possíveis relações entre os atores e a natureza dessas relações. Assim, esse diagrama serviu para situar os atores na escala em que atuam e para desenhar um instrumento relacional de coleta de dados.

Em uma terceira fase, então, foi desenvolvido um questionário para investigar as relações entre os atores. Entre os eixos abordados pelo questionário estão a influência percebida, as relações entre os atores, a avaliação das relações, as percepções sobre a produção de lítio e os fatores que podem afetar sua participação na rede de produção (Quadro 2). Uma lista completa de todos os atores identificados foi incluída no questionário para facilitar a resposta dos entrevistados.

Quadro 2 - Principais eixos e questões do questionário

Influência percebida	Quanta influência você acha que tem na tomada de decisões sobre a produção de lítio?
Relação entre atores	Conheceu ou contactou alguma das seguintes instituições? Em caso afirmativo, indique (a) a frequência das reuniões ou contatos, (b) se a troca de informações foi possível e (c) se o relacionamento permitiu a colaboração na tomada de decisões.
Valor das relações	Com quais atores você acha que a interação foi mais e menos eficiente?
Percepções sobre o lítio	Você acha que a produção de lítio vai gerar desenvolvimento local? Nesse caso, como você imagina esse desenvolvimento?
Fatores que podem afetar negativamente	Quais desses fatores podem afetar sua organização? (a) falta de informação, (b) quadro jurídico incompleto, (c) situação econômica nacional, (d) impactos ambientais, (e) impactos sociais, (f) conflitos, (g) outros.

Fonte: De autoria própria.

O principal objetivo da ARS é descrever a rede de produção de lítio, ou seja, apontar a posição dos atores envolvidos, como eles se relacionam entre si e quais perspectivas eles têm sobre a produção de lítio. Algumas medidas de toda a rede e de centralidade serão fundamentais como ponto de partida para estudar a ecologia política do lítio na Argentina. Com essa análise quantitativa das relações, tentar-se-á gerar algumas questões de pesquisa que visem investigar o significado que os atores atribuem a essas relações.

Dessa forma, numa quarta fase, será fundamental combinar a ARS com outras metodologias como a etnografia. Isso permitirá compreender as implicações da distribuição dos atores pela rede e como as injustiças e assimetrias de poder são configuradas, percebidas e resistidas dentro da rede de produção de lítio. Espera-se também poder fornecer recomendações normativas que contribuam para o desenvolvimento de políticas públicas, para a incorporação das comunidades locais nas tomadas de decisão e para uma melhor gestão do recurso.

Conclusão

Neste capítulo, foi apresentado o método da ARS, comentando sua origem e suas aplicações mais frequentes. Também foi desenvolvida uma apresentação resumida dos conceitos e ferramentas utilizadas pela ARS para analisar a estrutura social. Muitos desses conceitos são usados para abordar as redes de relações que apoiam, promovem ou restringem os processos de descarbonização. Após uma revisão de cerca de 81 artigos científicos, sistematizaram-se as informações mais relevantes, apresentando

alguns exemplos úteis para futuras pesquisas sobre o tema. Por fim, explorou-se a maneira pela qual a ARS pode ser aplicada no caso da produção de lítio na Argentina.

O crescente número de estudos de redes sociais ligados às transições sustentáveis reflete o reconhecimento do potencial de considerar não apenas seus aspectos técnicos, mas também aqueles ligados ao poder social, à economia, à cultura e aos discursos. Há o reconhecimento da utilidade das ciências sociais, juntamente com as ciências biofísicas e as engenharias, para lidar com os problemas práticos que emergem nos processos de transição e nas políticas públicas voltadas para governar os sistemas energéticos e reduzir os impactos das mudanças climáticas. As relações entre os *stakeholders* e as redes que afetam positiva ou negativamente os processos de governança e gestão dos recursos naturais e sistemas energéticos são apresentadas como focos-chave de pesquisa. Consequentemente, as potencialidades descritivas e analíticas das redes sociais, ligadas à perspectiva do cenário da justiça energética, surgem como ferramentas teóricas e metodológicas particularmente relevantes para o estudo e gestão dos processos de descarbonização e dos objetivos englobados na ideia de transições justas e sustentáveis.

Agradecimentos

Os autores deste trabalho agradecem pelo apoio das seguintes instituições: Conselho Nacional de Pesquisa Científica e Técnica (CONICET) da Argentina, Universidade Nacional de Salta (UNSa), Departamento de Geografia da Universidade do Texas A&M, Rede Suíça de Estudos Internacionais (SNIS) (Projeto “LÍTIO”), CAPES-PVE/BRASIL Proc. 88881.068108/2014-01 (Projeto “Impactos da Energia Eólica no Litoral do Nordeste”) e PRONEM FUNCAP/CNPq Proc. PNE 0112-00068.01.00/16 (Projeto “Análise socioambiental da implantação de parques eólicos no Nordeste: perspectivas para a sustentabilidade da geração de energia renovável no Brasil”). Também agradecemos às comunidades locais que nos acolheram e, em particular, àqueles que nos cederam seu tempo e conversaram conosco.

Referências

- BODIN, Ö.; CRONA, B. I. The role of social networks in natural resource governance: What relational patterns make a difference? **Global Environmental Change**, v. 19, n. 3, p. 366-374, 2009.
- BONACICH, P.; LLOYD, P. Eigenvector-like measures of centrality for asymmetric relations. **Social Networks**, n. 23, p. 191-201, 2001.
- BORGATI, S. P.; EVERETT, M. G.; JOHNSON J. C. **Analysing Social Networks**. SAGE Publications Ltd., 2018a.
- BORGATTI, S. P.; EVERETT, M. G.; FREEMAN L. C. UCINET. *In*: ALHAJJ, R.; ROKNE, J., **Encyclopedia of Social Network Analysis and Mining**, p. 3243-3249. Nueva York: Springer, 2018b.

- BORGATTI, S. P.; BRASS, D. Centrality: Concepts and Measures. *In*: Borgatti, S. P.; Brass D. (ed.), **Social Networks at Work**, 2020. p. 9-22.
- CARRINGTON, P. J.; SCOTT, J. Introduction. *In*: SCOTT, J.; CARRINGTON, P. J., **The SAGE Handbook of Social Network Analysis**, Londres: SAGE Publications Ltd. 2011. p. 1-8.
- DE NOOY, W.; MRVAR, A. Y.; BATAGELJ, V. **Exploratory Social Network Analysis with Pajek**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.
- EMIRBAYER, M. Manifesto for a relational sociology. **American Journal of Sociology**, v. 103, n. 2, p. 281-317, 1997.
- ESCOSTEGUY, M.; DÍAZ PAZ, W. F.; IRIBARNEGARAY, M. A.; CLAVIJO, A.; ORTEGA INSAURRALDE, C.; STERN, H.; VENENCIA, C. D.; BRANNSTROM, C.; HUFTY, M.; SEGHEZZO, L. Will electro-mobility encourage injustices? The case of lithium production in the Argentine Puna. *In*: NADESAN, M. H.; PASQUALETTI, M. J.; KEAHEY, J. (ed.). **Democratizing energy: imaginaries, transitions, risks**. Arizona State University, 2022. No prelo.
- FREEMAN, L. C. Centrality in social networks: Conceptual clarification. **Social Networks**, v. 1, n. 3 p. 215-239, 1979.
- FREEMAN, L. C. **The development of Social Network Analysis**. A study in the sociology of science. Vancouver: Empirical Press, 2004.
- FREEMAN, L. C. The development of Social Network Analysis- with an emphasis on recent events. *In*: SCOTT, J.; CARRINGTON, P. J. **The SAGE Handbook of Social Network Analysis**. Londres: SAGE Publications Ltd., 2011. p. 26-39.
- GIELEN, D.; BOSHELL, F.; SAYGIN, D.; BAZILIAN, M. D.; WAGNER, N.; GORINI, R. The role of renewable energy in the global energy transformation. **Energy Strategy Reviews**, v. 24, p. 38-50, 2019.
- HANNEMAN, R.; RIDDLE, M., **Introduction to Social Network Methods**. Riverside: University of California, 2005. Disponível em: <http://faculty.ucr.edu/~hanneman/nettext/>. Acesso em: 15 fev. 2021.
- HANNEMAN, R.; RIDDLE, M. A brief introduction to analyzing social network data. *In*: SCOTT, J.; CARRINGTON P. J. **The SAGE Handbook of Social Network Analysis**. Londres: SAGE Publications Ltd. 2011. p. 331-339.
- HUISMAN, M.; VAN DUIJN, M. A. J. A Reader's Guide to SNA Software. *In*: SCOTT, J.; CARRINGTON P. J., **The SAGE Handbook of Social Network Analysis**. Londres: SAGE Publications Ltd. 2011. p. 578-600
- MARSDEN, P. V. Survey Methods for Network Data. *In*: SCOTT, J.; CARRINGTON P. J., **The SAGE Handbook of Social Network Analysis**. 371-388. Londres: SAGE Publications Ltd, 2011.
- MCCAULEY, D.; RAMASAR, V.; HEFFRON, R. J.; SOVACOO, B. K.; MEBRATU, D.; MUNDACA, L. Energy justice in the transition to low carbon energy systems: Exploring key themes in interdisciplinary research. **Applied Energy**, v. 233, p. 916-921, 2019.
- MRVAR, A.; BATAGELJ, V. Analysis and visualization of large networks with program package Pajek. **Complex Adapt Systems Modeling**, v. 4, p. 6, 2016.
- NOOTEBOOM, B.; GILSING, V. Density and strength of ties in innovation networks: a competence and governance view. **ERIM Report series Research in management**, 2004.

- PRELL, C.; HUBACEK, K.; REED, M. Stakeholder Analysis and Social Network Analysis in Natural Resource Management. **Society & Natural Resources**, v. 22, n. 6, p. 501-518, 2009.
- SCOTT, J. Social Network Analysis. **Sociology**, v. 22, n. 1, p. 109-127, 1988.
- SCOTT, J. Software Review: A Toolkit for Social Network Analysis. **Acta Sociologica**, v. 39, n. 2, p. 211-216, 1996.
- SCOTT, J. Social Network Analysis. **A Handbook**. Londres: SAGE Publications Ltd, 2000.
- SOVACOOOL, B. K. Who are the victims of low-carbon transitions? Towards a political ecology of climate change mitigation. **Energy Research & Social Science**, v. 73, p.101916, 2021.
- SOVACOOOL, B. K.; BURKE, M.; BAKER, L.; KUMAR KOTIKALAPUDI, C.; WLOKAS, H. New frontiers and conceptual frameworks for energy justice. **Energy Policy**, v. 105, p. 677-691, 2017.
- SOVACOOOL, B. K.; MARTISKAINEN, M.; HOOK, A.; BAKER, L. Decarbonization and its discontents: A critical energy justice perspective on four low-carbon transitions. **Climatic Change**, v. 155, n. 4, p. 581-619, 2019.
- SOVACOOOL, B. K.; RYAN, S. E.; STERN, P. C.; JANDA, K.; ROCHLIN, G.; SPRENG, D.; PASQUALETTI, M. J.; WILHITE, H.; LUTZENHISER, L. Integrating social science in energy research. **Energy Research & Social Science**, v. 6, p. 95-99, 2015.
- STERN, P. C.; SOVACOOOL, B.K.; DIETZ, T. Towards a science of climate and energy choices. **Nature Climate Change**, v. 6, n. 6, p. 547-555, 2016.
- WASSERMAN, S.; FAUST, K. **Social Network Analysis**. Methods and applications. Nueva York: Cambridge University Press, 1994.
- WELLMAN, B.; MARIN, A. Social Network Analysis: An introduction. *In*: SCOTT, J.; CARRINGTON P. J., **The SAGE Handbook of Social Network Analysis**. Londres: SAGE Publications Ltd, 2011. p. 11-25.
- ZOGRAFOS, C.; ROBBINS, P. Green Sacrifice Zones, or Why a Green New Deal Cannot Ignore the Cost Shifts of Just Transitions. **One Earth**, v. 3, n. 5, p. 543-546, 2020.

Referências de softwares

- Gephi: BASTIAN, M.; HEYMANN, S.; JACOMY, M. Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks. **Third International AAAI Conference on Weblogs and Social Media**. v. 3, n. 1, 2009.
- NetDraw: BORGATTI, S. P. **NetDraw: Graph Visualization Software**. Harvard: Analytic Technologies, 2002.
- Pajek: BATAGELJ, V.; MRVAR, A. **Pajek - Package for Large Networks**. Ljubljana: University of Ljubljana, 2010.
- UCINET: BORGATTI, S. P.; EVERETT, M. G.; FREEMAN, L. C. **Ucinet for Windows**: Software for Social Network Analysis. Harvard, MA: Analytic Technologies, 2002.

Anexo: Referências - Quadro 1

- AALDERING, L. J., LEKER, J.; SONG, C. H. Analysis of technological knowledge stock and prediction of its future development potential: The case of lithium-ion batteries. **Journal of Cleaner Production**, v. 223, p. 301-311, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.174>

- BUTH, M. C.; WIECZOREK, A. J.; VERBONG, G. P. J. The promise of peer-to-peer trading? The potential impact of blockchain on the actor configuration in the Dutch electricity system. **Energy Research & Social Science**, v. 53, p. 194-205, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.02.021>
- DAHER, B.; HANNIBAL, B.; MOHTAR, R. H.; PORTNEY, K. Toward understanding the convergence of researcher and stakeholder perspectives related to water-energy-food (WEF) challenges: The case of San Antonio, Texas. **Environmental Science & Policy**, v. 104, p. 20-35, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.10.020>.
- DANZI, C.; TESTA, G.; STELLA, G.; FOTI, V. T.; TIMPANARO, G. Potential and location of an anaerobic digestion plant using prickly pear biomass in semi-arid Mediterranean environment. **Journal of Cleaner Production**, v. 249, p. 119396, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119396>.
- DE PAULO, A. F.; PORTO, G. S. Evolution of collaborative networks of solar energy applied technologies. **Journal of Cleaner Production**, v. 204, p. 310-320, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.344>.
- DI GREGORIO, M.; FATORELLI, L.; PAAVOLA, J.; LOCATELLI, B.; PRAMOVA, E.; NURROCHMAT, D. R.; MAY, P. H.; BROCKHAUS, M.; SARI, I. M.; KUSUMADEWI, S. D. Multi-level governance and power in climate change policy networks. **Global Environmental Change**, v. 54, p. 64-77, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.10.003>.
- FALCONE, P. M.; LOPOLITO, A.; SICA, E. The networking dynamics of the Italian biofuel industry in time of crisis: Finding an effective instrument mix for fostering a sustainable energy transition. **Energy Policy**, v. 112, p. 334-348, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.10.036>
- HACKING, N.; FLYNN, A. Networks, power and knowledge in the planning system: A case study of energy from waste. **Progress in Planning**, v. 113, p. 1-37, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.progress.2015.12.001>.
- KHARANAGH, S. G.; BANIHABIB, M. E.; JAVADI, S. An MCDM-based social network analysis of water governance to determine actors' power in water-food-energy nexus. **Journal of Hidrology**, v. 581, p. 124382, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.124382>.
- KRATZER, A. Biosphere reserves as model regions for sustainability transitions? Insights into the peripheral mountain area Grosses Walsertal (Austria). **Applied Geography**, v. 90, p. 321-330, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2017.04.003>.
- LI, H. X.; PATEL, D.; AL-HUSSEIN, M.; YU, H.; GÜL, M. Stakeholder studies and the social networks of NetZero energy homes (NZEHS). **Sustainable Cities and Society**, v. 38, p. 9-17, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.12.014>.
- MANDER, S.; CUNNINGHAM, R.; LEVER, L.; GOUGH, C. Comparing Online and Offline Knowledge Networks of Carbon Capture and Storage. **Energy Procedia**, v. 114, p. 7326-7332, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.1863>.
- MINAS, A. M.; MANDER, S.; MCLACHLAN, C. How can we engage farmers in bioenergy development? Building a social innovation strategy for rice straw bioenergy in the Philippines and Vietnam. **Energy Research & Social Science**, v. 70, p. 101717, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101717>.
- ORTEGA DÍAZ, A.; GUTIÉRREZ, E. C. Competing actors in the climate change arena in Mexico: A network analysis. **Journal of Environmental Management**, v. 215, p. 239-247, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.03.056>.

- PISANI, E.; ANDRIOLLO, E.; MASIERO, M.; SECCO, L. Intermediary organisations in collaborative environmental governance: Evidence of the EU-funded LIFE sub-programme for the environment (LIFE-ENV). **Heliyon**, v. 6, n. 7, p. e04251, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04251>.
- SCHERRER, A.; PLÖTZ, P.; VAN LAERHOVEN, F. Power from above? Assessing actor-related barriers to the implementation of trolley truck technology in Germany. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 34, p. 221-236, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eist.2020.01.005>.
- SUN, H.; ZHANG, Y.; WANG, Y.; LI, L.; SHENG, Y. A social stakeholder support assessment of low-carbon transport policy based on multi-actor multi-criteria analysis: The case of Tianjin. **Transport Policy**, v. 41, p. 103-116, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2015.01.006>.
- WILLIAMS, H. T. P.; MCMURRAY, J. R.; KURZ, T.; LAMBERT, H. F. Network analysis reveals open forums and echo chambers in social media discussions of climate change. **Global Environmental Change**, v. 32, p. 126-138, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.03.006>.
- WISHART, R. Class capacities and climate politics: Coal and conflict in the United States energy policy-planning network. **Energy Research & Social Science**, v. 48, p. 151-165, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.09.005>.
- YLÄ-ANTTILA, T.; GRONOW, A.; STODDART, M. C. J.; BROADBENT, J.; SCHNEIDER, V.; TINDALL, D. B. Climate change policy networks: Why and how to compare them across countries. **Energy Research & Social Science**, v. 45, p. 258-265, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.06.020>.